

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Význam luštěnin ve výživě člověka

Bakalářská práce

Autor práce: Tereza Střelková

Vedoucí práce: doc. Ing. Alena Hejtmánková, CSc.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Význam luštěnin ve výživě člověka" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. dubna 2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc. za odborné vedení práce, cenné rady a vstřícný přístup a dále mé rodině a přátelům za poskytnutou podporu.

Význam luštěnin ve výživě člověka

Souhrn

V jídelníčku lidí se luštěniny vyskytují již od dávných dob a hrají v něm významnou roli. V České republice jsou nejčastěji konzumovány fazole, hrách a čočka. V poslední době se k nim přidala i cizrna a sója. Roční spotřeba luštěnin v lidské výživě v České republice činí cca 2,5 kg, což je sice méně než v jiných státech, ale jejich spotřeba pozvolna vzrůstá.

Luštěniny jsou velmi dobrým zdrojem bílkovin, ale kvůli jejich částečné neplnohodnotnosti je vhodné je kombinovat s jiným bílkovinnými zdroji, zejména na bázi obilovin. Jsou rovněž zdrojem sacharidů, z nichž velkou část představuje příznivá skladba škrobů a vlákniny. Z minerálních látek je zastoupen například fosfor, vápník, hořčík, železo nebo zinek. Z vitamínů jsou přítomny zejména vitamíny B komplexu. Mají nízký glykemický index a příznivý je i nízký obsah tuků s výjimkou sóji.

Luštěniny, a to zejména sója, rovněž obsahují fytoestrogeny a další biologicky aktivní složky. Fytoestrogeny napodobují chování lidských estrogenů, a vyvolávají tak velký zájem v oblasti výzkumu. Existuje řada vědeckých podkladů pro jejich potenciál podílet se protektivně na řadě celosvětově rozšířených nemocí, jako je rakovina nebo diabetes, či jinak běžných zdravotních potíží, kupříkladu na post-menopauzálních symptomech.

Kvůli přítomnosti antinutričních látek jsou luštěniny lidmi ve stravě často odmítány. Jedná se především o oligosacharidy, které jsou fermentovány v tlustém střevě, což způsobuje nadýmání a další trávicí potíže. Mezi antinutriční látky patří také některé inhibitory enzymů či fytová kyselina.

Antinutriční látky mohou být eliminovány různými kulinárními úpravami. Mezi nejjednodušší patří namáčení či vaření. K náročnějším, avšak velmi účinným úpravám, se z časového hlediska řadí klíčení a fermentace a dále extruze z hlediska technologického. Tepelnou úpravou luštěnin však může docházet k degradaci bílkovin, a tím ke snížení jejich využitelnosti a zároveň i biologické aktivity.

Biologicky aktivní látky jsou v současnosti intenzivně zkoumány a výzkumy přináší nové perspektivní výhody konzumace luštěnin.

Klíčová slova: hrách, čočka, fazol, sója, výživa

The importance of legumes in the human diet

Summary

Legumes are part of human diet since Early Years and they have important role. In Czech Republic the most commonly consumed legumes are beans, peas and lens and in recent years even cicer (commonly chickenpea) and soya. Yearly consumption of legumes in human diet in Czech Republic is about 2,5 kg per person, which is less than in other countries but the consumption is slightly increasing.

Being very good source of protein, legumes as source of non-complete protein should be combined with other sources of protein preferably those based on cereal. Legumes are also source of carbohydrates, from which big part is favourable mix of starch and fiber. Present minerals are e.g. calcium, phosphorus, magnesium, iron and zinc. From vitamins mostly B complex can be found.

Legumes, especially soya, also contain phytoestrogens and other biologically active substances. Phytoestrogens emulate behaviour of human estrogens and raise interest in areas of research. There are series of scientific foundations for their potential to be used as part of a treatment for worldwide spread disease like cancer or diabetes, or other common health difficulties e.g. post-menopausal symptoms.

Legumes are often refused in human diet, because of antinutrients they contain. Those are mostly oligosaccharides that are fermented in large intestine which causes flatulence and indigestion. Antinutrients are e.g. enzyme inhibitors or phytic acid.

Antinutrients can be removed by variety of culinary treatments. The easiest are soaking or boiling. The harder, yet very effective treatments, mostly because of time consumptions are e.g. germination or fermentation, or because of technological demands – extrusion. However, heat treatment can degrade proteins and thus lower their usefulness and also reduce biological activity.

Biologically active substances are nowadays intensively researched and studies bring new perspective advantages of consuming legumes.

Keywords: peas, lens, bean, soya, nutrition

1 Obsah

1	Obsah.....	6
2	Úvod.....	8
3	Cíl práce	9
4	Charakteristika a význam luskovin.....	10
4.1	Botanické zařazení a označování	10
4.2	Pěstitelská hodnota.....	10
4.3	Obecné využití luskovin	11
5	Charakteristika potravinářsky a kulinárně využívaných druhů	12
5.1	Hrách setý (<i>Pisum sativum</i>)	12
5.2	Čočka jedlá (<i>Lens culinaris</i>)	12
5.3	Fazol obecný (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	13
5.4	Sója luštinatá (<i>Glycine sója</i> , syn. <i>Glycine max.</i>).....	14
5.5	Cizrna beraní (<i>Cicer arietinum</i>)	15
5.6	Bob obecný (<i>Vicia faba</i>)	15
5.7	Vigna (<i>Vigna Savi</i>).....	15
5.8	Hrachor setý (<i>Lathyrus sativus</i>).....	16
5.9	Lupina (<i>Lupinus</i>)	16
5.10	Hrách kravský (<i>Vigna unguiculata ssp. unguiculata</i>)	16
5.11	Dlouhatec čínský (<i>Vigna unguiculata - Vigna sinensis</i>)	17
5.12	Kajan (<i>Cajanus cajan</i>).....	17
5.13	Lablab purpurový (<i>Lablab purpureus</i> syn. <i>Dolichos lablab</i>).....	17
5.14	Podzemnice olejná (<i>Arachis hypogea</i>).....	17
5.15	Lusková zelenina	17
6	Chemické složení luštěnin.....	19
6.1	Bílkoviny	19
6.1.1	Stravitelnost a biodostupnost	20
6.1.2	Bioaktivita.....	22
6.2	Sacharidy	24
6.2.1	Vláknina.....	25
6.2.2	Škrob.....	26
6.2.3	Glykemický index.....	27
6.3	Tuky.....	28
6.3.1	Fytosteroly	28
6.3.2	Fosfolipidy	28

6.4	Vitaminy	29
6.5	Minerální látky	30
6.6	Antinutriční látky	31
6.6.1	Fytová kyselina	32
6.6.2	Lektiny	32
6.6.3	Inhibitory hydroláz	33
6.6.4	Oligosacharidy	34
6.6.5	Saponiny	34
6.7	Bioaktivní látky	35
6.7.1	Fytoestrogeny.....	35
6.7.2	Biogenní aminy.....	40
6.7.3	Taniny	41
7	Způsoby úpravy a stravitelnost.....	42
7.1	Namáčení.....	42
7.2	Vaření	42
7.3	Klíčení.....	43
7.4	Extruze	44
7.5	Pražení.....	44
7.6	Fermentace.....	45
7.7	Mikrovlnné ošetření	45
8	Produkce a spotřeba luštěnin	46
8.1	Produkce	46
8.2	Spotřeba	47
9	Závěr.....	50
10	Seznam použitých zdrojů	52

2 Úvod

Luskoviny jsou hospodářsky významné jednoleté botanické druhy z čeledi bobovitých. Semena luskovin, která jsou využívána jako potravina nebo krmivo, se označují jako luštěniny.

Luštěniny se v jídelníčku lidí vyskytují již od dávných dob a hrají v něm významnou roli. V různých částech světa se však pěstují různé druhy. V České republice jsou nejčastěji konzumovány červené a bílé fazole, hrách zelený a žlutý a čočka hnědá a zelená. V poslední době se k nim přidala i cizrna beraní a sója. Sója především díky rozdílným možnostem jejího zpracování a rostoucí oblíbenosti vegetariánské stravy, ve které dokáže zastoupit řadu živočišných produktů. Mezi méně známé odrůdy patří například černé fazole, fazole mungo, žlutá, oranžová a červená čočka či vigna. Tyto a další varianty lze zakoupit většinou ve specializovaných obchodech s orientální či zdravou výživou. Luštěniny jsou více či méně zastoupeny ve všech mezinárodních kuchyních a jsou vhodné pro přípravu jak teplých tak i studených jídel.

Obecně lze o luštěninách říci, že jsou zdrojem bílkovin, mají příznivou skladbu sacharidů i tuků a obsahují řadu vitaminů a minerálních látek. Většina pěstovaných luskovin obsahuje v semenech i rostlinách sloučeniny, které snižují nutriční hodnotu produktu, tzv. antinutriční látky.

Oblíbenost a spotřeba luštěnin se v různých státech liší. Roční spotřeba v humánní výživě v České republice činí cca 2,5 kg, což je sice ve srovnání s jinými evropskými státy podprůměrná hodnota, ale konzumace povolna vzrůstá.

Hrách setý je jedinou luskovinou, která se v ČR pěstuje na velkých pozemcích. Je však využíván zejména pro krmivářské účely a sadbu. Luskoviny obecně se používají především jako předplodiny pro jejich schopnost zlepšovat kvalitu půdy, kterou obohacují zejména o dusík.

3 Cíl práce

Cílem práce je podat ucelený literární přehled o zastoupení hlavních živin, nejvýznamnějších mikronutrientů a antinutričních látek v různých druzích luštěnin s důrazem na případné rozdíly mezi jednotlivými druhy luštěnin a jejich význam ve výživě člověka.

4 Charakteristika a význam luskovin

4.1 Botanické zařazení a označování

Luskoviny jsou jednoleté druhy rostlin čeledi *Fabaceae* – bobovité, která je třetí největší čeleď mezi kvetoucími rostlinami a patří k ní 16 000–19 000 druhů, zařazených v cca 750 rodech. Pro potravinářské účely se používá téměř 60 domestikovaných druhů, ale pouze malá část z nich doznala většího rozšíření (Dostálová et Prugar, 2008). Největší zastoupení mají luskoviny v Asii a Africe, což odpovídá do značné míry využití jejich produkce ve výživě lidí. Náleží sem jak druhy značného světového významu (sója, fazol), tak plodiny, které umožňují produkci v extrémních podmínkách, zejména ve velmi suchých oblastech právě Afriky a Asie (cizrna, vigna), nebo druhy vhodné do oblastí spíše chladnějších a vlhčích (bob, hrách).

Botanická příbuznost luskovin a jetelovin umožňuje používat název leguminózy. Termín luskoviny slouží k pojmenování porostů a rostlin (lze takto nazývat i semena), zatímco termín luštěniny má platnost pouze pro semena luskovin (Houba et al., 2009).

V literatuře je možné se setkat i se staršími českými názvy jako luštinaté nebo luštěninaté, motýlokvěté a vikvovité (Dostálová et Prugar, 2008). V praxi se často využívá i odlišných pojmenování některých botanických druhů nebo jejich variet. Je logické, že obchodní zájem vítězí nad přesným pojmenováním podle systematické botaniky. Snaha botaniků o přesnější vědecké definice za pomoci kategorií „poddruh“ nebo „variet“ sice zpřesňují systematiku, ale jednotného třídění zatím dosaženo nebylo (největší problémy se vyskytují u druhů vigna a fazol) (Houba et al., 2009).

4.2 Pěstitelská hodnota

Specifickou vlastností luskovin je jejich pěstitelská hodnota, která pomáhá udržovat půdní úrodnost a zlepšovat fyzikální vlastnosti půdy. Luskoviny mohou mít zásadní vliv na pěstební systémy, jejich intenzitu a ekonomiku. Pozitivní je zejména schopnost symbiózy s hlízkovými bakteriemi, umožňujícími vyloučit nebo snížit spotřebu dusíkatých hnojiv (Houba et al., 2009). Jedná se o mikroorganizmy obsahující nitrogenázu, což je enzym katalyzující redukci atmosférického molekulárního dusíku na amoniak (Štranc et al., 2005). Schopnost využívat vzdušný dusík nejen snižuje přímé náklady na pěstovanou luskovinu, ale rovněž náklady na následné plodiny.

Pěstitelský význam luskovin je za současného stavu rostlinné produkce vysoce aktuální. Pokles stavů skotu vyvolává nižší potřebu píce, a postačí proto menší plochy pícnin na orné půdě a zároveň se sníží produkce hnoje. Z toho následně vyplývá, že udržování půdní úrodnosti bude složitější a nákladnější. Tento trend již existuje, takže úrodnost půd se bude stále snižovat v důsledku malého zastoupení plodin s příznivým vlivem na půdu.

Velký pokrok lze u luskovin spatřit v oblasti šlechtění. Došlo k zvýšení výnosového potenciálu, jeho lepšímu využití v praxi a především k větší stabilitě výnosů. Přesto zájem o pěstování stále klesá. Ani nejvýznamnější odběratel, krmivářský průmysl, nenaznačuje navýšení zájmu o produkci semen luštěnin tuzemského původu. Do budoucna by měla sehrát významnější roli jiná než potravinářská a krmivářská využití. Jako příklad lze uvést využití dřeňového hrachu k produkci škrobu a jeho následné využití k výrobě ekologicky vhodnějších obalů, které se dobře a rychle v přírodě rozloží (Houba et al., 2009).

4.3 Obecné využití luskovin

Luskoviny představují jednu z nejdůležitějších skupin rostlin. Z pohledu poskytování potravinových plodin jsou hned na druhém místě za travinami (obilninami) (Duranti, 2006). Představují především zdroj bílkovin rostlinného původu vhodných pro výživu lidí nebo ke krmení hospodářských zvířat. Nejsou však pouhým zdrojem bílkovin, ale obsahují i řadu dalších významných látek. Využívají se v jídelníčku lidí v mnoha formách a to jako suchá zralá semena, semena nebo lusky v nezralém stavu pro další zpracování, jako zelenina apod. Pro krmení zvířat mají význam suchá zralá semena i celá nadzemní biomasa. Některé druhy jsou vhodné pouze pro pícní účely anebo také k zelenému hnojení. Jiné luskoviny mohou plnit i úlohu okrasnou.

Předpokládá se jejich stoupající využití ve vztahu k potravinovým potřebám rostoucí populace. Kromě toho probíhá v současné době přehodnocení jejich příznivých účinků v rámci denního příjmu stravy, která jsou základem pro různá zdravotní tvrzení (Houba et al., 2009).

5 Charakteristika potravinářsky a kulinárně využívaných druhů

Objemově není toto využití největší, jelikož se značná část využívá ke krmení hospodářských zvířat, nesporně je ale nejzajímavější a také nejpestřejší. Pro potravinářské použití se z tuzemských luskovin hodí hrách, sója, všechny zahradní (zeleninové) luskoviny, fazole a v ČR už nepěstovaná čočka a cizrna. Celosvětově se ale využívá pestrá škála druhů (Houba et al., 2009).

5.1 Hrách setý (*Pisum sativum*)

Existuje minimálně 42 kombinací poddruhů a variet. Druh *Pisum sativum* zahrnuje botanickou subspecii (poddruh) *sativum* se třemi varietami: *sativum*, *medullare* a *saccharatum*.

Var. *sativum* - hrách setý polní. Suchá semena mají hladký povrch, jsou využívána jako potravina, pochutina nebo krmivo, průmyslová surovina k produkci škrobu, zelené rostliny lze silážovat anebo přímo zkrmovat ve směskách s obilovinami.

Var. *medullare* - hrách dřeňový. Nezralá semena jsou zeleninou a zpravidla se konzumují. Semena v suchém stavu (po vyzrání) mají svraštělý povrch a příznivé vlastnosti pro produkci škrobu s vysokým podílem amylozy. V ČR se pěstuje na ploše cca 100 ha.

Var. *saccharatum* - hrách cukrový. Nezralé lusky se konzumují celé jako plodová zelenina. V ČR je pěstován převážně na zahrádkách (Houba et al., 2009).

Nezralá semena hrachu se pojídají za syrova anebo se konzervují mražením či sterilací ve slaném nálevu. Suchá semena se pak konzumují přímo ve formě pokrmů anebo se zpracovávají do sádkových polévek, kaší, pomazánek apod. Neloupaný hrách se před vlastní přípravou namáčí ve vodě (zpravidla přes noc), loupaný se rovnou vaří.

Hrách Kapucín se kulinárně využívá spíše jako čočka. Bývá k mání ve speciálních prodejnách zdravé výživy v loupané i neloupané formě (ta je vhodná pro nakličování). Z nutričního hlediska je pro zvlášť vysoký obsah bílkovin a lysinu ceněn více než běžné zelené či žluté hrachy (Dostálová et Prugar, 2008).

5.2 Čočka jedlá (*Lens culinaris*)

Čočka náleží mezi nejstarší jedlé luskoviny. Zájem konzumentů je orientován převážně na velkosemenné typy, které jsou rizikovější ve výnosech, a proto méně oblíbené u pěstitelů.

Méně náročné je pěstování čočky malosemenné, jejíž obliba je však u konzumentů menší. Příčinou bývá častější výskyt tvrdých semen, špatná a nevyrovnaná vařivost a samozřejmě potíže s konzumací potravy. Zájem spotřebitelů je plně zajištěn jejím dovozem (Houba et al., 2009).

Její nezralé lusky jsou jako zelenina konzumovány především v Indii, v ČR je známá ovšem v podobě suchých zralých semen, odrůdově různě velkých a zbarvených od žluté a zelenožluté až po hnědou a oranžově červenou, která je mimo jiné nejsnáze stravitelná a méně nadýmavá.

Čočková mouka se přidávala a někde ještě přidává v pekárnách k chlebovým surovinám. Nutriční hodnota výrobků se tak zlepší a výrobky získají charakter funkčních potravin (Dostálová et Prugar, 2008).

5.3 Fazol obecný (*Phaseolus vulgaris*)

Rod *Phaseolus* má asi 36 druhů. *Phaseolus vulgaris* se pěstuje pro potravinářské účely; zkrmuje se pouze odpad získaný při úpravě semen k obchodním účelům anebo s různým poškozením. Odrůdy, které nemají u chlopní pergamenovou blánu, jsou využívány jako plodová zelenina (Houba et al., 2009).

Po stránce velikosti, tvaru a barevnosti představují fazole pestrou paletu. Je možné si vybrat bílé, strakaté, hnědé až černé, malé tmavočervené „adzuki“ (*Vigna angularis*) s jemnou oříškovou chutí atd.

Obsahují přibližně 16 až 33 % bílkovin a jsou považovány za jejich dobrý zdroj. Například v zemích Střední a Jižní Ameriky se bílkoviny luštěnin podílejí asi 5 až 6 g na osobu na denním příjmu proteinů.

V několika *in vitro*, *in vivo* a klinických studiích bylo zjištěno, že běžná spotřeba fazolí je spojena s významným snížením rizika a/nebo výskytu nepřenosných nemocí. Jako součást stravy jsou schopny pomoci snížit míru obezity, modulovat kardiovaskulární procesy a také jim byly připsány chemopreventivní účinky, zejména proti rakovině tlustého střeva. Kromě toho bylo také zjištěno zmírnění komplikací spojených s diabetem II. typu (Luna-Vital et al., 2015).

Určitou nevýhodou fazolí je poměrně malá stravitelnost jejich bílkovin. Snižují ji přítomné trísloviny, inhibitory určitých enzymů a fytoová kyselina. Inhibitory enzymů a lektiny se inaktivují delším varem, trísloviny však zůstávají a mohou vázat až 10 % přítomných bílkovin do nestravitelných forem. Trísloviny, podobně jako vláknina, jsou

soustředěny hlavně ve slupkách, stravitelnost je tedy lepší ve vyluštěných fazolích než v celých semenech (Dostálová et Prugar, 2008).

5.4 Sója luštinatá (*Glycine sója*, syn. *Glycine max.*)

Sója má, díky svému odlišnému složení, mnohem širší využití v lidské výživě než ostatní luštěniny, a proto v současné době představuje světově nejvýznamnější a nejrozšířenější luskovinu (Dostálová et Prugar, 2008). Hlavním produktem je olej pro potravinářské účely, ale zásadní význam mají i pevné zbytky po extrakci olejů, sójové extrahované šroty (Houba a kol., 2009). Sója tedy patří z hlediska biologického i agrotechnického ke skupině luskovin, v hospodářském členění produkce je však řazena mezi olejninu (Peterová, 2005).

Sójové boby poskytují celou řadu možností potravinářského zpracování na různé výrobky: sójový olej, lecitin, mouky, krupice a vločky, koncentráty a izoláty bílkovin, texturované sójové bílkoviny (slouží většinou jako náhrada masa), nefermentované výrobky jako např. sójové nápoje, tofu, sojanéza (napodobenina majonézy), sójové oříšky, výhonky aj., fermentované výrobky jako sójová omáčka, tempeh a natto (v Japonsku), sofu (v Číně), různé produkty připomínající jogurty, sýry aj. (Dostálová et Prugar, 2008).

Texturované sójové výrobky jsou výrobky nutričně hodnotné, ale jejich složení se výrazně liší od klasického masa, a proto se také podle současné legislativy jako sójové maso nesmí označovat. Ve srovnání s masem mají určité přednosti (prakticky nulový obsah tuku a cholesterolu, výrazně nižší energetickou hodnotu, obsahují vlákninu a jsou výrazně levnější). Mají však i řadu nedostatků. Například využitelnost železa v nich obsaženého je velmi nízká a neobsahují vitamin B₁₂.

Sójové nápoje též nemohou sloužit jako rovnocenná náhrada mléka. Jejich předností je nepřítomnost cholesterolu a laktózy a lepší kvalita tuku, ale velkým nedostatkem (pokud se nejedná o nápoje obohacené) je nízký obsah vápníku, který je navíc málo využitelný, a dále nižší biologická hodnota bílkovin.

Sója a výrobky z ní patří k velmi hodnotným potravinám, ale jejich výživová hodnota se nesmí přeceňovat (Pánek et al., 2002).

5.5 Cizrna beraní (*Cicer arietinum*)

Cizrna je významnou luskovinou teplých a suchých oblastí světa, které jsou pro ostatní jedlé luskoviny nevyhovující. Semena světlé barvy (varieta „kabuli“) se využívají v potravinářství k přípravě konzervovaných pokrmů, makaronů, salámů, cukrářských výrobků a kávových náhražek. Mouka z cizrny se přidává do mouky chlebové nebo k přímé spotřebě po uvaření. V Indii se připravuje z mladých rostlin salát nebo špenát. Pro vysoký obsah kyselin, zejména šťavelové kyseliny v zelené hmotě, se nedoporučuje pěstování na píce (Houba et al., 2009).

Semena cizrny se vyznačují vysokým obsahem (20–30 %) velmi kvalitních bílkovin (obsah lysinu se pohybuje okolo 7 %); v kombinaci s obilovinami proto tvoří výborný zdroj plnohodnotných bílkovin. Také vláknina má z hlediska nutričního vysoké parametry. Z ostatních luštěnin má cizrna nejbližší k hrachu, obsahuje ale více vlákniny a poněkud více tuku. Udává se, že není tak nadýmavá, a připouští se proto i do diet nastávajících či už kojících matek (Dostálová et Prugar, 2008).

5.6 Bob obecný (*Vicia faba*)

Tento druh lze členit podle velikosti semen na variety malosemenné (*Vicia faba* var. *minor*), odrůdy se středně velkým semenem (*Vicia faba* var. *equina* - bob koňský) a odrůdy s velkými semeny (*Vicia faba* var. *major*).

Zralá semena se využívají především k přípravě krmných směsí pro hospodářská zvířata, ale je využíván také k potravinářským účelům (suchá semena k přípravě vařených pokrmů nebo k nakličování pro zdravou výživu) nebo jako plodová zelenina (Houba et al., 2009). V České republice si dosud nezískal oblibu, v jiných zemích je ale běžně používán (Dostálová et Prugar, 2008).

5.7 Vigna (*Vigna Savi*)

Rod *Vigna* je úzce příbuzný s rodem *Phaseolus*. V praxi jsou často u některých botanických druhů tyto dva pojmy navzájem zaměňovány. Ve statistikách jsou do rodu *Vigna* zařazeny pouze následující druhy: *angularis*, *mungo*, *radiata* a *aconitifolia*.

Semena vigen se začala dovážet od konce minulého století i do ČR, kde se stala, podobně jako na celém světě, biologickým materiálem využívaným k potravinářským účelům ve formě zeleniny (příprava salátů z naklíčených semen). Suchých vyzrálých semen se

využívá ke klasické přípravě pokrmů vařením (Houba et al., 2009). Na rozdíl od ostatních luštěnin nevyvolávají mungo „fazole“ (*Vigna mungo*) žádné nadýmání (Dostálová et Prugar, 2008).

5.8 Hrachor setý (*Lathyrus sativus*)

Hrachor setý je luskovinou teplých a suchých oblastí jižní Evropy a severní Afriky. O jeho produkci je relativně malý zájem. K potravinářským účelům se využívá pro dobrou vařivost semen (Houba et al., 2009).

5.9 Lupina (*Lupinus*)

Lupiny náleží k velmi starým kulturním plodinám. Hospodářský význam mají ve střední Evropě pouze tři kulturní druhy: lupina bílá (*Lupinus albus*), lupina žlutá (*Lupinus luteus*) a lupina úzkolistá (*Lupinus angustifolius*).

Pěstují se pro suchá semena, nebo jako pícnina. Semena jsou převážně zkrmována, pouze malá část se využívá ve formě mouky k účelům potravinářským. Tato mouka se přidává k mouce obilnin, a zvyšuje tak nutriční hodnotu pečiva. V obsahu bílkovin překonávají všechny ostatní luskoviny, s výjimkou sóji.

Za hlavní nedostatek lupin byl v minulosti pokládán obsah alkaloidů v semenech i celé rostlině. Šlechtění „sladkých lupin“ přineslo první výsledky již před 100 lety. V Německu se podařilo snížit obsah alkaloidů pod hranici 0,005 %, avšak zavedení do praxe bylo úspěšné až koncem 20. století (Houba et al., 2009).

Ve speciálních obchodech jsou k dostání výrobky s loupanou sladkou lupinou, lupinový olej a lecitin. Lupina neobsahuje antinutriční látky (Dostálová et Prugar, 2008).

5.10 Hrách kravský (*Vigna unguiculata ssp. unguiculata*)

Přes složitou taxonomii druhu vigna, při dříve uvedené příbuznosti s druhy rodu *Phaseolus*, náleží k nejrozšířenějšímu druhu hrách kravský, častější pojmenování hrách černé oko. Tento druh má všechny vlastnosti potřebné k produkci ve velmi suchých podmínkách a na málo úrodných půdách. Pěstuje se pro sklizeň zelených semen a lusků, nebo vyzrálých suchých semen. Jako zelenina mohou sloužit celé listy. Využití této plodiny je všestranné, neboť v některých zemích Afriky se konzumují i kořeny (Houba et al., 2009).

5.11 Dlouhatec čínský (*Vigna unguiculata* - *Vigna sinensis*)

Jedná se o plodinu, která je zpravidla zařazována jako samostatný druh, nebo jako součást jiných druhů, např. ssp. hrachu černé oko. Českému názvu dlouhatec čínský odpovídají velké, dlouhé lusky, které se využívají jako zelenina. Tato plodina se může pěstovat i v teplejších oblastech ČR a to zejména na zahrádkách (Houba et al., 2009).

5.12 Kajan (*Cajanus cajan*)

Plodina vhodná pro semiaridní tropické oblasti. Jako potravina se využívají semena, mouky nebo zelené lusky. Využití má i jako léčivá rostlina při onkologickém onemocnění. Ze zelených listů se může připravovat léčivý nápoj (Houba et al., 2009).

5.13 Lablab purpurový (*Lablab purpureus* syn. *Dolichos lablab*)

Velmi rozšířená jedlá luskovina tropů, především v Africe. Semena a lusky mohou mít zvýšený obsah kyanogenních glykosidů. V čerstvém stavu jsou jedovaté a konzumovat je zle až po delší době vaření (Houba et al., 2009).

5.14 Podzemnice olejná (*Arachis hypogea*)

Luskovina – olejnina pocházející z Brazílie pěstovaná v teplejších oblastech. Lusky dozrávají pod zemí. Nejznámější využití je v podobě burských oříšků (arašídů). Používá se v různých formách v potravinářství, v tukovém, farmaceutickém průmyslu aj. (Houba et al., 2009).

5.15 Lusková zelenina

Fazolové lusky: fazol obecný tyčkový (*Phaseolus vulgaris*, var. *communis*), fazol obecný keříčkový (*Phaseolus vulgaris*, var. *nana*), fazol ohnivý či mnohokvětý (*Phaseolus coccineus* / *multiflorus*). Tržní zeleninou jsou nezralé dužnaté lusky, podle odrůdy různě zbarvené (zelené, žluté, žíhané až fialové).

Hrachové lusky: hrách k vylupování (*Pisum sativum*, var. *vulgare*), hrách dřeňový (*Pisum sativum*, var. *medullare*), hrách cukrový (*Pisum sativum*, var. *saccharatum*). Tržním zbožím zeleninového (zahradního) hrášku jsou vyspělá, avšak ještě nezralá semena nebo celé

zdužnatělé nezralé lusky se semeny v mléčné zralosti (hrášek cukrový). Nutriční jakost je vysoká, pozitivně se hodnotí obsah vitaminů a chlorofylu.

Sójové lusky (*Glycine max*) se konzumují pouze v některých zemích jako nezralé sójové boby připravené jako zelenina (Kopec et al., 2008).

6 Chemické složení luštěnin

Živiny (nutrienty) jsou základní složkou stravy. Dělí se na makronutrienty a mikronutrienty. Mezi makronutrienty patří bílkoviny, sacharidy a tuky. Mikronutrienty se dělí na vitaminy a minerální látky (Svačina et al., 2013). Luštěniny obsahují v různém zastoupení všechny živiny a jsou tak příhodným prvkem lidské výživy.

6.1 Bílkoviny

Nejcennější výživovou složkou jsou bílkoviny. Jejich zdrojem jsou vedle živočišných produktů z rostlinných především luštěniny (Peterová, 2005).

Organismus vyšších živočichů s jednoduchým žaludkem (tedy i člověk) syntetizuje esenciální aminokyseliny v nedostatečné míře nebo je syntetizovat *de novo* neumí vůbec, a musí je přijímat v potravě. Mezi esenciální aminokyseliny patří lysin, methionin, fenyalanin, tryptofan, leucin, isoleucin, threonin a valin. Arginin a histidin jsou esenciální pro děti. Významné jsou tzv. limitující aminokyseliny, tj. esenciální aminokyseliny, jejichž zastoupení v potravě je nedostatečné (Lachman et al., 2008)

Pro rostlinné bílkoviny se obecně uvádí, že nejsou plnohodnotné, tj. že neobsahují všechny esenciální aminokyseliny v dostatečném zastoupení. Nejčastěji zmiňovanou limitující aminokyselinou v cereáliích je lysin, který je minimálně zastoupen v bílkovinách obilovin (pšenice, rýže, kukuřice) a cereálních výrobcích. Jedním z jeho hlavních zdrojů jsou naopak luštěniny. Naproti tomu methionin je stejně jako cystein (sírné aminokyseliny) v luštěninách oproti obilovinám zastoupen málo a je tedy limitující, a proto jsou bílkoviny luštěnin a obilovin nutričně komplementární. Nedostatky v zastoupení esenciálních aminokyselin tak byly tradičně překonávány kombinací luštěninových pokrmů s potravinami na bázi obilovin (Duranti, 2006; Lachman et al., 2008).

V semenech hrachu je také minimálně zastoupen tryptofan. Sója obsahuje 1,3 % tryptofanu, 1,3 % methioninu, 1,3 % cysteinu (není esenciální) a 2,6 % histidinu z celkového obsahu aminokyselin, a je tedy svým složením nejvíce podobná plnohodnotným bílkovinám živočišného původu. Pro lidskou výživu má dále podstatný význam fazol, cizrna, hrách a čočka (v sestupném pořadí podle objemu produkce).

Kvalita rostlinných bílkovin je však různá. Zatímco izolovaná sójová bílkovina podle skóre skutečné vstřebatelnosti bílkovin se jeví jako srovnatelná s bílkovinou živočišnou,

pšeničná bílkovina vzhledem k malému obsahu lysinu může být až o 50 % méně hodnotná než živočišná (Peterová, 2005; Lachman et al., 2008).

Tab. 1 Průměrný obsah bílkovin v semenech luštěnin

Druh	bílkoviny [%]	lysin mg.g N⁻¹	sírné aminokyseliny
Hrách	22,5	458	156
Fazole	22,0	464	125
Čočka	23,7	382	96
Sója	33,4	395	195
Bob koňský	24,0	351	70
Kajan	19,2	451	161
Vigna čínská	24,0	407	177
Cizrna	18,2	431	172
Podzemnice olejná	26,7	223	149

Zdroj: Houba et al., 2009

Dle tabulky 1 má nejvyšší procento obsahu bílkovin sója, za ní následuje podzemnice olejná (využívaná spíše jako burské oříšky než luštěnina), bob koňský a vigna čínská, dále pak čočka, hrách, fazole, kajan a na posledním místě cizrna. Obsahově je lysin, z luštěnin běžných v ČR, nejvíce zastoupen ve fazolích, hrachu a cizrně. Limitující sírné aminokyseliny se nacházejí v nejvyšším zastoupení v bílkovinách sóje.

Nejhojnější třídou zásobních proteinů v luštěninách jsou globuliny. Jsou obecně klasifikovány jako 7S a 11S globuliny dle jejich sedimentačního koeficientu (S). Tyto 7S a 11S globuliny hrachu jsou nazývány vicilin a legumin, proto odpovídající proteiny z jiných semen jsou často označeny jako vicilin nebo legumin globuliny (Duranti, 2006).

6.1.1 Stravitelnost a biodostupnost

U řady rostlinných bílkovin bylo zjištěno, že disponují vysokou odolností vůči proteolýze v gastrointestinálním traktu díky specifickým strukturním vlastnostem. Pokud jde o proteiny luštěnin, jejich strukturální stabilita ovlivňuje nejen stravitelnost *in vivo* a dostupnost esenciálních aminokyselin, ale také produkci biologicky aktivních sekvencí. Kromě toho jsou strukturální rysy bílkovin luštěnin zásadní pro jejich potenciální alergenní vlastnosti a toxicitu. Tyto nežádoucí účinky je třeba pečlivě zvážit při využívání příznivých účinků proteinů a peptidů ze semen luskovin.

Je známo, že hydrofóbnost hraje hlavní roli ve strukturálních a funkčních vlastnostech – hydrataci, želatinaci, emulgaci, pěnicí schopnosti, adhezi – potravinářských proteinů.

V případě luštěninových bílkovin je pravděpodobné, že hydrofóbnost výrazně ovlivňuje nejen fyzikálně-chemické vlastnosti, ale i biologickou dostupnost a celkovou výživovou hodnotu.

Značná pozornost byla v ohledu na podmínky zpracování a výzkum zabývající se zvýšením efektivity hydrolýzy luštěninových bílkovin zaměřena na faktory, které vedou k omezené stravitelnosti luštěninových bílkovin před a po zpracování. Během tepelného zpracování byly oligomerní bílkoviny podrobeny disociaci na monomery a následně reagraci, kdy vytvořily vysokomolekulární komplexy stabilizované hydrofóbními interakcemi, s častým zapojením disulfidové vazby. Tyto komplexy mají zhoršené funkční vlastnosti, stravitelnost a dostupnost aminokyselin. Kromě esenciálních aminokyselin, i potenciálně biologicky aktivní sekvence mohou být zachyceny uvnitř těchto agregátů v nedostupné formě.

Srovnáním degradované struktury denaturovaných globulinů z různých druhů luštěnin bylo zjištěno, že na rozdíl od fazeolinu (*Phaseolus vulgaris*, 7S globulin), vicilinu (*Pisum sativum*, 7S globulin), glycininu (*Glycine max*, 11S globulin) a β -conglycininu (*G. Max*, 7S globulin) jsou tyto globuliny proteázami méně snadno stravitelné v denaturovaném než v nativním stavu.

Monitorování gastrointestinálního trávení nativních a autoklávovaných zásobních globulinů ukázalo, že po tepelném zpracování bylo v tenkém střevě testovaných potkanů přítomno vysoké množství nestrávených komplexů s vysokou molekulovou hmotností. Analýza aminokyselin z tenkého střeva ze zahřátých globulinů odhalila přítomnost nedostupných hydrofóbních aminokyselin (alanin, valin, methionin, isoleucin, fenylalanin) a cysteinu (asi 20 %).

Vliv tepelného zpracování na strukturu luštěninových bílkovin v porovnání s ostatními potravinovými proteiny byl studován, aby poukázal na roli konkrétních konstrukčních prvků ve stravitelnosti proteinů a biologické dostupnosti aminokyselin luštěnin. Výsledky ukázaly mnohem vyšší obsah konformace β -skládaného listu pro potraviny s vysokým obsahem rostlinných bílkovin, tj. luštěnin a obilovin (22–44 %) v porovnání s potravinami živočišného původu, jako je mléko a maso (7–11%).

Tvorba těchto mezimolekulárních konformací byla pozorována po autoklávování. Zejména se zdá, že tvorba intermolekulárních komplexů, β -skládaných listů, ve zpracovaných luštěninových bílkovinách je klíčovou událostí v redukci citlivosti na proteolýzu těchto proteinů (Carbonaro et al., 2015).

6.1.2 Bioaktivita

V rozvojových zemích se na luštěniny nahlíží jako na „maso chudých“ a mají velký význam jako zdroj bílkovin. V rozvinutých zemích dochází často k nadměrné konzumaci živočišných produktů (bohaté na nasycené tuky) a sníženému příjmu zeleniny a luštěnin, které jako zdroj bílkovin mají daleko menší význam. Stále více jsou však spojovány s preventivními nebo léčebnými účinky na některá onemocnění (Hedley, 2001).

Proteinům luštěnin tak byla připsána nutriční role daleko větší než jen poskytnutí esenciálních aminokyselin. Některé proteiny a peptidy ze semen luskovin mohou být zařazeny do kategorie nutraceutik. Termín nutraceutika (nutraceutics) byl vytvořen jako výsledek spojení slov živiny (nutrients) a farmaka (pharmaceutics) Stephenem De Felice, zakladatelem a předsedou Nadace pro inovace v medicíně (FIM, New Jersey), a byl definován jako "potravina, nebo část potraviny, která poskytuje lékařské nebo zdravotní výhody, včetně prevence onemocnění" (Duranti, 2006; Carbonaro et al., 2015).

Nutraceutická role proteinů vyvolává obecnou otázku týkající se jejich metabolismu během tranzitu v zažívacím traktu. Ve skutečnosti má rozsah enzymatické proteolýzy dramatický vliv na vznik biologického účinku. Existují dvě možnosti: pokud je k vyvolání biologické aktivity zapotřebí nativní protein, může být proces trávení viděn jako limitující faktor; v případě, že je potřeba peptidových fragmentů, je proteolýza jednoznačně předpokladem pro vyjádření biologické aktivity (Duranti, 2006).

Biologicky aktivní peptidy vykazují některé běžné konstrukční vlastnosti:

- krátká délka o 2–10 aminokyselinových zbytcích;
- přítomnost hydrofóbních aminokyselin;
- přítomnost prolinu, lysinu a argininu;

V závislosti na jejich aminokyselinových sekvencích, mohou tyto peptidy vykonávat různé biologické aktivity: kardiovaskulární, endokrinní, antimikrobiální, antimutagenní, imunologické či neurologické.

Příklady biologicky aktivních proteinů a peptidů přítomných v luštěninách a jiných rostlinných potravinách jsou inhibitory proteáz Kunitz a Bowman-Birk, inhibitory α -amylázy, lektiny a zásobní proteiny. Je třeba připomenout, že některé z proteinů s potenciálně prospěšnými účinky, zejména enzymatické inhibitory a lektiny, jsou již dlouho označovány jako antinutriční sloučeniny vzhledem k jejich toxicitě nebo nežádoucím fyziologickým účinkům (Carbonaro et al., 2015).

Jen pro některé jedince je riziková i další skupina – alergenní bílkoviny. Alergenní bílkoviny patří do skupiny látek vyvolávající u některých jedinců potravní alergii či intoleranci, tzn. abnormální fyziologickou odezvu na přijímanou potravu. Alergeny, vyvolávající tvorbu imunoglobulinů E, jsou především některé bílkoviny sóji, které jsou navíc značně termostabilní (Polišenská et al., 2008). Bylo provedeno několik studií, za účelem posouzení vztahů mezi strukturálními vlastnostmi luštěninových proteinů a alergenním rizikem, které se může pohybovat od mírné kožní reakce nebo ústní alergie až k závažné anafylaktické reakci. Alergenní riziko z konzumace luštěnin bylo popsáno v pořadí: arašidy > sója > čočka > cizrna > hrách > mungo fazole (Carbonaro et al., 2015).

Jako významný se též jeví peptid inhibující angiotenzin konvertující enzym (ACE inhibitor), který přispívá k významnému poklesu systolického krevního tlaku díky schopnosti snižovat aktivitu ACE, čímž vyvolává vazorelaxační účinek na cévy. Několik studií ukázalo, že ACE inhibitory mohou výrazně snížit nemocnost a úmrtnost pacientů se srdečními poruchami (Luna-Vital et al., 2015). Byl enzymaticky získán z geneticky nemodifikované sóje a byl také nalezen ve fermentovaných sójových bobech. Tento imunostimulační peptid, izolovaný z enzymaticky štěpeného sójového proteinu, navíc brání vzniku chemoterapií indukované alopecie (Duranti, 2006), tj. stavu snížené hustoty ochlupení v místech, kde jsou za normálních okolností vlasy (chlupy) přítomné (Michalíková, 2006).

Bílkoviny sójových bobů a lupiny byly rozsáhle studovány jako zdroj bioaktivních peptidů s antihypertenzní, imunomodulační, opioidní, cholesterol a glukózu snižující aktivitou. Nicméně, většina důkazů je založena na *in vitro* studiích, nebo na zvířecích modelech, zatímco potvrzení klinických testů na lidech je stále omezené (Carbonaro et al., 2015).

Mnoho biologicky aktivních peptidů nemusí být absorbováno v gastrointestinálním traktu, ale mohou mít buď lokální účinky, nebo působí ve střevech přes receptory uvolňující hormony. Tyto peptidy mohou ovlivňovat vyprazdňování žaludku, gastrointestinální transport, vstřebávání živin (aminokyselin, glukózy, lipidů) a složení mikroflóry tlustého střeva. Mohou mít také roli v regulaci příjmu potravy.

Ze strategií vyvinutých pro zvýšení obsahu bioaktivních peptidů v rostlinných potravinách vychází jako velmi efektivní fermentace. Některé peptidy byly izolovány z fermentovaných sójových potravin, jako jsou sójové omáčky, tempeh a natto, tradičně konzumované ve východních zemích, stejně jako naklíčené sójové boby. Tyto peptidy, které vykazují ACE inhibiční, antitrombotické, antibakteriální vlastnosti a antioxidační aktivitu,

pocházejí převážně z glycininu (11S globulinu). Některé peptidy z fermentovaných sójových potravin mohou také ovlivnit prevenci či oddálení progresu diabetes mellitus II. typu, zatímco z naklíčených sójových hydrolyzátů byly izolovány protirakovinné peptidy. Ve vodě rozpustný extrakt s vysokým antioxidačním a antihypertenzním účinkem byl získán z fermentované čočky. Všechny tyto peptidy jsou charakteristické vysokou biologickou dostupností (Carbonaro et al., 2015).

Proteiny, peptidy a aminokyseliny z potravinových zdrojů mohou rovněž přispět k antioxidační obraně těla. *In vitro* antioxidační vlastnosti peptidů odvozených od potravinových bílkovinných hydrolyzátů se staly zájmem vědeckého výzkumu. Tyto antioxidanty přítomné v potravinách nabízejí řadu potenciálních výhod. Mohou být považovány za bezpečné alternativy syntetických antioxidantů používaných ke konzervaci potravin a navíc vykazují biologickou aktivitu, která může zvýšit jejich fyziologickou účinnost a snížit rizika výskytu vývoje onemocnění způsobené oxidačním stresem. Hydrolyzáty fazole obecně vykazují ve své účinnosti antioxidační aktivitu *in vitro* (Luna-Vital et al., 2015).

Patogeny hub jsou nebezpečné jak pro člověka, tak i pro rostliny. Mohou být příčinou infekcí u lidí, které pokud nejsou kontrolovány, končí až fatálně. Stejně jako lidské tělo má zavedenou imunitní odpověď na houbové infekce, také rostliny mají obranný systém, který produkuje celou řadu sloučenin, včetně proteinů, které jsou schopny inhibovat a zabíjet houby. Peptidy izolované z fazolí vykazují inhibiční aktivitu na řadu rostlinných patogenů a navíc jsou schopny inhibovat růst různých typů nádorových buněk (Luna-Vital et al., 2015).

6.2 Sacharidy

Obecně platí, že luštěniny mají nejen poměrně vysoký obsah bílkovin (20–30 %), ale i velmi vysoký podíl sacharidů (50–65 %). Výjimkou jsou sójové boby a různé druhy lupiny, které obsahují vyšší podíl bílkovin (35–45 %) a nižší podíl sacharidů (30–40 %). Rozdíl mezi semeny sóji a lupiny a semeny ostatních luskovin spočívá v tom, že tyto dvě luštěniny si neukládají škrob jako hlavní zdroj energie a obě mají zvýšený obsah oleje.

Pro všechny druhy luštěnin platí, že v nich přítomné sacharidy lze rozdělit do tří skupin. První skupina je zastoupena škrobem, druhá obsahuje monosacharidy, disacharidy a oligosacharidy. Třetí skupina zahrnuje strukturní polysacharidy buněčné stěny. Tato poslední skupina zahrnuje celulózu, lignin a pektin spolu s komponenty buněčné stěny, jako

je například arabinóza, fukóza a xylóza. Většina sacharidů z této skupiny je zahrnuta v nestrávitelné části, často označované jako vláknina semen.

Z nutričního hlediska mohou být sacharidy rozděleny pouze do dvou skupin, a to na využitelné sacharidy, které jsou enzymaticky štěpeny v tenkém střevě, a nevyužitelné sacharidy, které jsou fermentovány mikroflórou v tlustém střevě. Využitelné sacharidy zahrnují mono- a disacharidy včetně škrobu, zatímco nedostupné sacharidy obsahují oligosacharidy a stavební složky.

Skutečnost, že sacharidy tvoří největší podíl semene, samo o sobě činí tuto skupinu sloučenin mimořádně významnou při posuzování kvality a možného využití luskovin (Hedley, 2001).

6.2.1 Vláknina

Vláknina semen luskovin je zbytek buněčných stěn rostlinných pletiv, který nepodléhá hydrolýze trávicími enzymy a nezměněný prochází zažívacím ústrojím.

Rozpustná vláknina zvyšuje viskozitu obsahu žaludku a střev, zpomaluje promíchávání jejich obsahu, omezuje přístup trávicích enzymů (pankreatických amyláz a lipáz) k substrátům, a tím resorpci živin střevní stěnou. Tím se zpomalí průchod střevního obsahu a sníží se difúze živin. Na vlákninu jsou vázány minerální látky, zejména ionty vápníku, železa, mědi a zinku, a snižuje se tak jejich využitelnost. Při dlouhodobém nadměrném příjmu, zvláště při kombinaci s fytoovou kyselinou, se mohou objevit příznaky deficitu těchto látek. Tato část vlákniny však pozitivně reguluje hladinu cukru a snižuje hladinu cholesterolu v krvi.

Na rozdíl od nerozpustné vlákniny se vyskytuje spíše v mladých rostlinách.

Nerozpustná vláknina zvětšuje objem potravy, zkracuje dobu jejího průchodu zažívacím traktem a zlepšuje střevní peristaltiku.

Konzumace potravin s vysokým obsahem vlákniny vede ke zpomalení vstřebávání tuků a sacharidů, snížení rizika z příjmu kontaminované stravy, snižování nadváhy, prevenci a zlepšení průběhu střevních onemocnění. Odstraňuje chronické zácpy, snižuje výskyt divertikulózy (sliznice tlustého střeva tvoří výrůstky – divertikly), nádorových onemocnění, a to zejména tlustého střeva a konečníku. Mikrobiální anaerobní fermentací v tlustém střevě je totiž část vlákniny částečně nebo plně odbourána na těkavé mastné kyseliny s krátkým řetězcem, a to octovou, propionovou a zejména máselnou, která brání rychlému množení rakovinných buněk střevní stěny, přičemž nebrání dělení normálních střevních buněk

a podporuje jejich růst. Luštěniny tedy hrají v tomto ohledu důležitou roli (Duranti, 2006; Lachman et al., 2008).

V ČR je doporučován denní příjem vlákniny pro dospělé 30 g, z toho nejméně 6 g má činit vláknina rozpustná. Podle výsledků průzkumu Centra výživy Fakultní Thomayerovy nemocnice v Praze na vzorku populace představované více než 13 tisíci probandů s převahou žen ve věku od 18 do 49 let však činilo množství přijímané vlákniny průměrně pouze 11,7 g denně. Méně než 25 g přijímá plných 98 % české populace, dávku 25–30 g pouze 1,38 % a nad 30 g jen 0,6 % (Lachman et al., 2008).

Obsah vlákniny v semenech luskovin závisí na mnoha faktorech, včetně druhu a odrůdy. Obsah vlákniny obsažený ve fazolích se pohybuje v rozmezí od 11,2 do 27,5 % s nejvyšším zastoupením rozpustné složky (8,1–10 %) ze všech luskovin. Obsah vlákniny ve fazolích však vykazuje značné rozdíly i ve stejných typech semen. Během vaření lze pozorovat změny v obsahu vlákniny i složení. Obsah vlákniny se například v černých fazolích liší v závislosti na druhu zpracování; dosahuje 26,5 % ve vařených semenech, 28,1 % v rozmixovaných semenech a 29 % ve smažených semenech. Podíl rozpustné vlákniny ve vařených, rozmixovaných a smažených fazolích dosahuje 31,7; 26,7 respektive 22,8 % celkové vlákniny. V syrových semenech je obsah rozpustné vlákniny obvykle vyšší, a to až do hodnoty 35 % celkové vlákniny (Hedley, 2001).

Zastoupení vlákniny v hrachu se pohybuje mezi 16,1 a 21,6 %, kdy obsah nerozpustné vlákniny je vyšší než rozpustné. Obsah vlákniny v čočce se pohybuje od 11 do 21,4 %, z čehož více je nerozpustné (8,8–13,7 %) a menší množství (1,2–4,4 %) rozpustné frakce. Obsah vlákniny v cizrně se pohybuje od 0,8 do 24,0 %. Stejně jako v případě čočky, nerozpustné složky je mnohem více než rozpustných komponentů (Hedley, 2001).

Je tedy zřejmé, že množství rozpustných sacharidů nacházejících se ve většině běžných luštěnin používaných pro lidskou výživu se nachází v rozmezí od asi 3,3 do 13,8 % v závislosti na odrůdě a typu luštěniny. Na rozpustnou složku jsou bohaté fazole a bob, zatímco nejvyšší množství nerozpustné vlákniny bylo nalezeno v hrachu (Hedley, 2001).

6.2.2 Škrob

Nutriční vlastností škrobu v potravinách je do značné míry jeho dostupnost pro trávení a rychlost absorpce v gastrointestinálním traktu. Z tohoto úhlu pohledu lze škrob rozdělit do tří základních skupin: na rychle stravitelný škrob, pomalu stravitelný škrob a rezistentní škrob.

Stravitelnost se liší v závislosti na druhu rostliny, často i v rámci druhu a vztahuje se k chemické a fyzikální struktuře škrobových zrn. Stravitelnost závisí také na metodách použitých pro přípravu potravin před konzumací. Izolovaný surový škrob z hrachu byl při testech na potkanech téměř úplně štěpen v tenkém střevě. V průběhu technologického zpracování (zahřívání, zmrazení, atd.) je fyzikální struktura škrobu degradována a s časem dochází k restrukturalizaci, nebo retrogradaci do nestravitelné formy. Tato retrogradovaná část škrobu a škrob, který není štěpen v tenkém střevě z jiných důvodů, například z nedostatku času pro trávicí enzymy k působení na škrobové granule, přechází do tlustého střeva jako rezistentní škrob (Hedley, 2001).

Ve zpracovaných luštěninách činí obsah rezistentního škrobu 10,3–15 % z celkového množství škrobu. Sušené, konzervované a zmrazené fazole, hrách, čočka a cizrna obsahují 11,6; 12,4; 11,4 a respektive 10,9 % rezistentního škrobu v daném pořadí. Ve srovnání s obilovinami (3,2 %) a bramborami (5,7 %) je průměrný obsah rezistentního škrobu v semenech luskovin asi 11,6 %.

Pro nízkou stravitelnost škrobu spolu s nízkým obsahem mono- a disacharidů a vysokým obsahem nedostupných sacharidů jsou luštěniny žádoucí složkou lidské stravy (Hedley, 2001).

Tab. 2 Průměrný obsah škrobu v % sušiny

	Fazole	Hrách	Čočka	Cizrna	Sója *
Škrob	54,0	39,0	47,4	50,4	24

Zdroj: Hedley, 2001; * Houba et al., 2009

6.2.3 Glykemický index

Luštěniny se vyznačují relativně nízkým glykemickým indexem, který je v průměru o polovinu nižší než u bílého i celozrnného pečiva či jiných potravin s vysokým obsahem sacharidů (Hedley, 2001; Mitchell et al., 2009). V luštěninách se pohybuje v mezích 15–33, zatímco ve výrobcích z obilovin v mezích 50–80 a v bramborách 70–80 (Dostálová et Prugar, 2008).

Tab. 3 Glykemický index luštěnin

	Fazole	Hrách	Čočka	Cizrna	Sója
GI	30	33	29	30*	15

Zdroj: Hedley, 2001; * Švédová, 2013

Vzhledem k nízkému glykemickému indexu a vysokému obsahu nestravitelné vlákniny jsou luštěniny vhodnou pomocnou kontrolou glykémie u diabetiků. Kromě toho mohou přispět k prevenci inzulinové rezistence, která představuje symptom diabetu II. typu. Díky vyvolání déletrvajícího pocitu sytosti, což omezuje celkový denní příjem potravy, se luštěniny podílejí i na udržování stálé tělesné hmotnosti (Duranti, 2006).

6.3 Tuky

Luštěniny mají, s výjimkou sóji a podzemnice olejné, obecně nízký obsah tuku (1–1,5 %, cizrna 5–6 %) s příznivou skladbou mastných kyselin (55–58 % nenasycených MK). V sóji je obsaženo asi 15 % nasycených MK, 24 % mononenasycených MK a 61 % polynenasycených MK, z čehož 50–57 % připadá na linolovou kyselinu a 5–10 % na linolenovou kyselinu (Dostálová et Prugar, 2008; Cederroth, 2009; Houba et al., 2009). Pro obyvatelstvo vyspělých zemí s vysokou spotřebou tuku jsou luštěniny vhodným zdrojem energie (z přítomného škrobu) a bílkovin bez současného příjmu tuku.

6.3.1 Fytosteroly

Stejně jako zelenina neobsahují semena luskovin žádný cholesterol, přítomny jsou však rostlinné steroly (Lachman et al., 2008; Galchus, 2014). Fytosteroly a příbuzné fytostanoly tvoří velmi početnou skupinu látek steroidního charakteru. V luštěninách dosahuje jejich obsah jen kolem 100–120 mg ve 100 g. Fytosteroly, strukturně blízké cholesterolu, se na rozdíl od něj v lidském organismu nesyntetizují. Při jejich příjmu potravou se snižuje vstřebávání cholesterolu v tenkém střevě, a tím klesá i jeho hladina v krvi. Příznivý účinek pro prevenci srdečně cévních chorob však má příjem fytosterolů až ve výši kolem 1500 mg denně. Toho lze při obvyklé stravě dosáhnout pouze konzumací funkčních o fytosteroly obohacených potravin (Lachman et al., 2008).

Některé důkazy pro převládající β -sitosterol naznačují, že se může projevit též některými biologickými účinky, jimiž může v pozitivním směru modulovat růst lidských buněk rakoviny prsu (Clarke et al., 2008).

6.3.2 Fosfolipidy

Významným zdrojem další složky luštěnin, fosfolipidů, je především sója, bohatá na lecitiny a kefaliny. Fosfolipidy plní roli přirozených emulgátorů a antioxidantů. Přidávají se

do některých potravin, např. do pokrmových tuků, čokolády, pečiva, instantních produktů aj. Jsou nezbytnou složkou buněčných membrán a lipoproteinů. Velký význam mají pro činnost mozku a dalších nervových tkání. Člověk si je dokáže vytvářet z jejich složek, avšak některé potřebuje získávat potravou. Proto se fosfolipidové koncentráty doporučují jako jedny z potravních doplňků (Lachman et al., 2008).

6.4 Vitaminy

Vitaminy jsou látky, které si lidský organismus většinou není schopen sám syntetizovat a musí je přijímat ve stravě. Mají zcela odlišné chemické struktury a různé funkce (Pánek et al., 2002).

Mezi zdroje některých vitaminů se řadí i luštěniny. V následující tabulce č. 4 je uveden průměrný obsah jednotlivých vitaminů skupiny B a β -karotenu, jako prekurzoru vitamínu A, v daných druzích luštěnin.

Tab. 4 Průměrný obsah vitaminů (mg/100 g)

	Hrách	Čočka	Fazole	Boby	Cizrna	Mungo
Thiamin	0,8	0,5	0,7	0,5	0,5	0,6
Riboflavin	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Niacin	2,7	2,3	2,2	2,5	1,7	2,5
Pyridoxin	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4
Listová k.	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
Pantotenová k.	1,7	1,8	0,8	1,0	1,3	1,7
β-karoten	90,8	34,9	11,3	47,4	29,1	54,1

Zdroj: Dostálová et Prugar, 2008

Obsah vitaminů přítomných v luštěninách není sice vysoký, ale ve výživě hraje roli jejich každý potravinový zdroj. Nejlepším zdrojem thiaminu (vitamin B₁) je z uvedených luštěnin hrách. Hypovitaminóza přináší poruchy energetického metabolismu a projevuje se únavou a pomalými reakcemi. Při přípravě pokrmů patří ke středně stabilním vitaminům.

Roboflavin (vitamin B₂) se nejvíce vyskytuje v hrachu a v bobech. Jeho nedostatek může působit poruchy kůže a sliznic, záněty a únavu. Při ozáření viditelným i UV světlem není stálý.

Z vitaminů B komplexu je v luštěninách nejvíce zastoupen niacin (nikotinová kyselina). Jako nejlepší zdroj se jeví opět hrách. Větší nedostatek vyvolává nemoc pelagru.

Vitamin B₆ (pyridoxin) je nejhojněji zastoupen v cizrně. Nedostatek může vyvolat kožní poruchy a nevolnost. Při přípravě stravy je poměrně termostabilní, při ozáření světlem se postupně rozkládá.

Listová kyselina neboli vitamin B₉ se z luštěnin nachází hlavně v cizrně a mungu. Hypovitaminóza působí krevní poruchy a poruchy sliznic, u těhotných žen může vést ke vzniku poruch vývoje plodu. V potravinách je celkem stabilní, v úvahu připadá hlavně její oxidace.

Nejvíce je v luštěninách zastoupen vitamin B₅, známý jako pantotenová kyselina. Nejvyšších hodnot obsahu vitaminu B₅ dosahuje čočka. Jeho vstřebávání je poměrně snadné a projevy nedostatku jsou nespecifické a málo známé. Stabilita při přípravě stravy je dobrá.

β-karoten je prekurzorem vitaminu A, jehož nedostatečný přísun způsobuje šeroslepost, rohovatění sliznic a poruchy růstu. Zastoupení β-karotenu v luštěninách je poměrně vysoké a to hlavně v případě hrachu (Pánek et al., 2002).

Další vitamin ze skupiny rozpustných ve vodě nacházející se v luštěninách, vitamin H (biotin), je nezbytný pro správnou funkci kůže.

Dalším zastoupeným vitaminem je vitamin E. Má výrazné antioxidační účinky, při jeho nedostatku se projevuje chronická steatorrhea (poruchy ve vstřebávání a distribuci tuků), cystická fibróza a neplodnost. Vitamin E je považován za důležitý faktor zpomalující stárnutí. Největší antioxidační aktivitu vykazuje D-α-tokoferol (hrách, fazole, arašídy, sója).

V luštěninách a hlavně sójovém oleji lze najít i vitamin K (fylochinony). Ten napomáhá tvorbě prothrombinu, a ovlivňuje tak krevní srážlivost (Lachman et al., 2008).

6.5 Minerální látky

Ačkoli luštěniny obsahují složky, jako jsou fytáty, které mohou aktivně vázat ionty kovů, čímž se sníží jejich biologická dostupnost, jsou považovány také za dobrý zdroj minerálních prvků (Duranti, 2006).

Z rostlinných zdrojů je vápník (Ca) obsažen např. ve fazolích a sóji. Působí jako stavební materiál kostí, zubů, je obsažen i ve svazech a ovlivňuje srážlivost krve.

Bohatým zdrojem hořčíku (Mg), který působí jako antistresový, antitoxický, protialergický a protizánětlivý faktor, je hrách, čočka, fazole a sója.

Nejvýznamnějším zdrojem sodíku (Na) a chlóru (Cl) je z luštěnin čočka. Sodík hraje důležitou roli při udržení osmotického tlaku tělních tekutin a chlor je nezbytnou součástí žaludeční šťávy.

Mezi bohaté zdroje draslíku (K), který je důležitý pro mezibuněčný metabolismus a správnou funkci enzymů a při jehož nedostatku vznikají poruchy činnosti svalů, srdečního rytmu, nervové činnosti a trávení, patří nejen čočka, ale i bílé fazole, hrách a sója.

Posledně dvě zmiňované luštěniny obsahují dále fosfor (P), který je společně s vápníkem nezbytným prvkem pro tvorbu zubů a kostí a pro látkovou výměnu. Produkty rostlinného původu obsahují určité množství fosforu ve formě méně využitelné fytové kyseliny a jejích solí fytátů.

Síra (S) je zastoupena především v hrachu, fazolích a v sóji a je nepostradatelná pro biochemické funkce ve formě biokatalyzátorů a sirných aminokyselin.

V luštěninách jsou zastoupeny i stopové prvky. Mezi hlavní rostlinné zdroje zinku (Zn) patří opět fazole, hrách, čočka a sója. Luštěniny jsou také významným zdrojem železa (Fe). To podporuje tvorbu červených krvinek a funkci mozku. Dále je přítomna měď (Cu), jako esenciální stopový prvek. V čočce a fazolích se nachází i molybden (Mo), jenž je důležitý pro využití fluoridu v zubech, sexuální funkci mužů a zabránění tvorby ledvinových kamenů. Jód (I), v ČR nedostatkový prvek, je nezbytným pro správnou funkci štítné žlázy, tělesný a duševní vývoj. Jeho rostlinným zdrojem je z luštěnin hrách. Selen (Se) se nalézá v sóji a má díky svým antioxidačním vlastnostem význam při ochraně buněk před volnými radikály, uplatňuje se u svalových funkcí či srážení krve. V sóji spolu s fazolemi je přítomen také mangan (Mn), který je součástí metaloenzymů a aktivuje další enzymy. V samotných fazolích je pak obsažen chrom (Cr). Ve formě Cr^{3+} hraje roli v inzulinem stimulovaném využití glukózy (Lachman et al., 2008).

6.6 Antinutriční látky

Antinutriční látky snižují nutriční hodnotu produktu. V semenech luskovin se nalézá celá řada sloučenin, které mají zpravidla určitý význam pro vlastní rostlinu, ale především je sledován jejich vliv po konzumaci. Vedle vlivu negativního se v poslední době objevují studie o jejich významu v prevenci civilizačních chorob (Houba et al., 2009).

6.6.1 Fytová kyselina

Hlavní zásobní formou fosforu v semenech luskovin je fytová kyselina a její soli fytáty. Fytáty se hromadí během zrání semene a lokalizují se do bílkovinných granulí v endospermu a do klíčku. Luskoviny obsahují 0,4 až 5,2 % fytátového fosforu. Maximální rozpětí jeho podílu z celkového fosforu v semenech luskovin je 40–90 %. Fytáty se vyskytují jako komplexní sůl zvaná fytin, která je v první řadě zásobní energetickou látkou, iniciátorem dormance a zásobním místem minerálních látek.

Na druhé straně jsou však fytáty přirozeně se vyskytující toxické sloučeniny, které vytvářejí nerozpustné biologicky neúčinné komplexy s řadou důležitých minerálních látek, blokují mnohé trávicí enzymy, a tím negativně ovlivňují využitelnost živin a nutričně významných látek. Mezi nejvíce ohrožené skupiny patří těhotné ženy, kojenci a malé děti, ale také vegetariáni nebo lidé s nejrůznějšími dietami, kteří konzumují větší množství rostlinné stravy s vysokým obsahem organických antinutričních látek. Nepříznivý vliv fytátů byl pozorován u stravitelnosti bílkovin, aminokyselin, škrobu nebo jiných živin.

Řešením je konzumace tepelně opracovaných rostlinných produktů a tedy i luštěnin, fortifikace potravin limitními mineráliemi, využití enzymatických přípravků a v posledních letech i tvorba, pěstování a potravinářské využití plodin s geneticky sníženým obsahem fytátů (Polišenská et al., 2008; Houba et al., 2009).

Působením enzymu fytázy je fytin štěpen na molekuly kyseliny fosforečné a inositolu. Ten se řadí do skupiny vitaminů B a je pro vyšší živočichy nepostradatelnou látkou. U biologicky aktivního myoinositol-6-fosfátu byly dokonce pozorovány příznivé antikancerogenní účinky. Dále fytová kyselina snižuje riziko rakoviny tlustého střeva, a pravděpodobně i prsu, svým antioxidačním účinkem (vázáním železa) (Dostálová et Prugar, 2008; Polišenská et al., 2008).

6.6.2 Lektiny

Lektiny jsou toxické bílkoviny, které jsou příčinou aglutinace červených krvinek. Hladina těchto látek je ve většině semen luskovin nízká (Houba a kol., 2009). Výživově nejzávažnější jsou lektiny z luštěnin rodu *Faseolus*. Ve srovnání s inhibitory proteáz jsou odolnější vůči tepelným úpravám. Proto je třeba především fazole delší dobu máčet, poté už je postačující vaření po dobu do 10 minut. Výluh z namáčených fazolí není vhodné konzumovat. Účinné je rovněž klíčení semen. U hrachu, čočky a cizrny postačují obvyklé způsoby zpracování (Polišenská et al., 2008). Tepelné zpracování sníží toxicitu lektinů, ale

nízká teplota nebo nedostatečné vaření nemusí jejich toxicitu eliminovat zcela (Duranti, 2006), proto mohou nedostatečně detoxikované potraviny, především fazole, vyvolat zažívací potíže a poškození střevního epitelu (Polišenská et al., 2008).

Na druhou stranu vykazují tyto látky cytotoxickou a protinádorovou aktivitou. U konkanavalinu A, známého lektinu ze semen fazole jack bean (*Canavalia ensiformis*) bylo prokázáno, že vykazuje velmi vysokou antihepatokarcinogenní aktivitu. Tyto účinky striktně souvisí s jejich strukturní stabilitou a odolností vůči *in vivo* proteolýze a denaturaci. Luštěninové lektiny mají totiž extrémně těsnou konstrukci, která jim umožňuje přežít kyselé podmínky v trávicím traktu (Carbonaro et al., 2015).

6.6.3 Inhibitory hydroláz

Inhibitory hydroláz jsou proteiny určené pro obranné účely rostliny běžně se v luštěninách vyskytující (Luna-Vital et al., 2015). Po požití však inhibují činnost trávicích enzymů, trypsinu, chymotrypsin a α -amylázy, a potlačují tak proteolytickou aktivitu. V konečném důsledku snižují stravitelnost a absorpci bílkovin přijímaných luštěnin. Dělí se do několika skupin, z nichž nejvýznamnější jsou Kunitzovy a Bowman-Birkovy inhibitory (BBI). Vyskytují se především v semenech luštěnin, nejvíce v sóji. Jejich antinutriční účinky jsou potlačeny dostatečnou tepelnou úpravou, přičemž tzv. vlhké teplo je účinnější než suché. K dostatečnému snížení obsahu dochází rovněž po několikadenním klíčení semen (Duranti, 2006; Polišenská et al., 2008; Houba et al., 2009).

Na druhou stranu se zdá, že kompaktní konstrukce těchto inhibitorů má významné příznivé účinky. Udržení nativní konformace inhibiční domény po zpracování a během gastrointestinálního trávení je předpokladem pro ochranné antiproliferační účinky vůči rakovině tlustého střeva (Carbonaro et al., 2015). Potenciální blahodárné účinky však vyžadují nativní proteinové konformace, které by po řádném vaření neměly být přítomny.

Inhibitory α -amylázy (AAI) mají antidiabetické účinky a potenciální terapeutické využití v potlačování obezity (Duranti, 2006). AAI z bílé fazole (*Phaseolus vulgaris*) byly testovány v klinických studiích jako možné účinné látky v hubnutí a kontrole glykémie (Carbonaro et al., 2015).

6.6.4 Oligosacharidy

Luštěniny jsou známy obsahem nestravitelných oligosacharidů (α -galaktosidy, zejména rafinóza, stachyóza, verbaskóza aj.), které nejsou tráveny v tenkém střevě z důvodu nepřítomnosti enzymu α -galaktosidázy v lidském organismu, ale přecházejí do tlustého střeva, kde jsou fermentovány přítomnou mikroflórou za vzniku mastných kyselin s krátkým řetězcem a plynů – vodíku, oxidu uhličitého a malých množství metanu, které působí trávicí problémy, jako flatulenci (nadýmání) a další trávicí poruchy (křeče, bolesti břicha, kručení, průjem apod.) (Dostálová et Prugar, 2008). Nadýmání je špatně tolerováno západní populací, která navíc může vykazovat větší citlivost než populace více zvyklé na tento druh potravy (Hedley, 2001). Vyšlechtěním nových odrůd je snížení obsahu nestravitelných oligosacharidů prakticky nemožné, protože oligosacharidy jsou zdrojem energie pro klíčící rostlinu, a tedy látkou pro rostlinu nezbytnou. Jejich obsah však lze snížit vhodnou technologickou úpravou (Dostálová et Prugar, 2008).

Příjem luštěnin je ve většině Evropy poměrně nízký a teoreticky by neměl způsobit zažívací potíže. Obvykle jsou však luštěniny konzumovány, i když pouze jednou nebo dvakrát týdně, jako polévka (asi 50 g na porci), nebo jako příloha k masu, párkům či vejcům (asi 100 g na porci). Takovéto jednorázové vysoké množství již problémy může způsobit. Bylo by lepší konzumovat menší množství častěji a případně přidat malé množství luštěnin (5–10 % z celkové části) k jiným běžným pokrmům. V tomto množství by neměly obsahovat více než 0,1–0,3 g α -galaktosidů a není tudíž pravděpodobné, že způsobí zažívací problémy (Hedley, 2001). V tabulce 5 jsou sestupně seřazeny luštěniny dle obsahu α -galaktosidů.

Tab. 5 Průměrný obsah α -galaktosidů v % sušiny

	Hrách	Fazol	Cizrna	Čočka	Bob
% sušiny	4,6	3,8	3,8	3,2	3,0

Zdroj: Houba et al., 2009

Největší flatulentní účinky má tedy hrách, fazol a cizrna jsou na stejné úrovni a z běžně konzumovaných luštěnin má nejnižší flatulentní účinky čočka.

6.6.5 Saponiny

Jako největší negativum saponinů se uvádí jejich účinek na propustnost membrán červených krvinek. Způsobují tedy hemolýzu neboli rozpad erytrocytů. Jejich obsah

v semenech luskovin se pohybuje od 0,1 g.kg⁻¹ (bob obecný) až po 6,5 g.kg⁻¹ sušiny (sója) (Houba et al., 2009).

6.7 Bioaktivní látky

Luštěniny jsou kromě nutriční hodnoty významné i zastoupením látek, které vykazují určitou biologickou aktivitu. O bioaktivních vlastnostech bílkovin bylo již pojednáno v kapitole o bílkovinách (kap. 6.1.2). V luštěninách jsou však přítomny i další bioaktivní sloučeniny, které jsou zastoupeny sice v menším množství než bílkoviny, ale které rovněž hrají důležitou roli v organismu a jsou předmětem současného výzkumu.

6.7.1 Fytoestrogeny

Fytoestrogeny jsou biologicky aktivní látky, rostlinného původu, které strukturálně a funkčně napodobují estrogeny. Isoflavony, patřící mezi fytoestrogeny, se nacházejí hlavně v sóji, která je nejdůležitějším potravinovým zdrojem fytoestrogenů pro člověka. Isoflavony mají nesteroidní strukturu, ale mají fenolický kruh, který jim umožňuje vázat receptor estrogenu a chovat se buď jako estrogenní agonisté nebo antagonisté (Cederroth, 2009).

Tělní buňky mají dva typy receptorů estrogenu, α a β . Lidský estrogen má vysokou vazebnou afinitu k receptoru α , zatímco isoflavony mají vysokou afinitu k receptoru β . Bylo popsáno, že isoflavony mohou mít v lidském těle účinek estrogenní, stejně jako anti-estrogenní. S největší pravděpodobností hraje v tomto ohledu roli hladina endogenního estrogenu. V situaci, kdy je množství cirkulujícího estrogenu v organismu nízké, např. u postmenopauzálních žen, vazbou rostlinných estrogenů na buňky se zvýší celkový estrogenní efekt, a projeví se tak agonistický účinek. Předpokládá se, že agonistický účinek se uplatní ve všech případech, kdy má nízká hladina estrogenů negativní dopad na buněčný metabolismus a funkci orgánů. Příkladem v tomto ohledu je osteoporóza a postmenopauzální symptomy jako jsou návaly horka. V případě normální hladiny estrogenu v organismu, může vazba na buněčné receptory kompenzovat estrogenní účinek, což vyvolá anti-estrogenní působení. To může být důležitým prvkem při prevenci nebo řízení hormon-dependentních onemocnění, jako je například rakovina prsu (Brouns, 2002).

Je dobře známo, že obsah biologicky aktivních sloučenin v luštěninách je obecně ovlivněn pěstebním prostředím, což je např. místo pěstování, teplota, průběh počasí v daném roce a genetické faktory, jako je odrůda. Obsah a složení fenolických sloučenin a isoflavonů

se také mění s časem, skladováním a dobou klíčení semen. Hladiny fytoestrogenů se v rostlinách liší velmi enormně. Jedny z prvních studií prokázaly koncentraci isoflavonů

v různých odrůdách sóje v rozmezí od 1160 do 3090 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, nejvyšší obsah je tedy téměř trojnásobný vzhledem k nejnižší hodnotě. Velký rozsah obsahů isoflavonů byl později potvrzen i v rámci jedné odrůdy (Clarke et al., 2008).

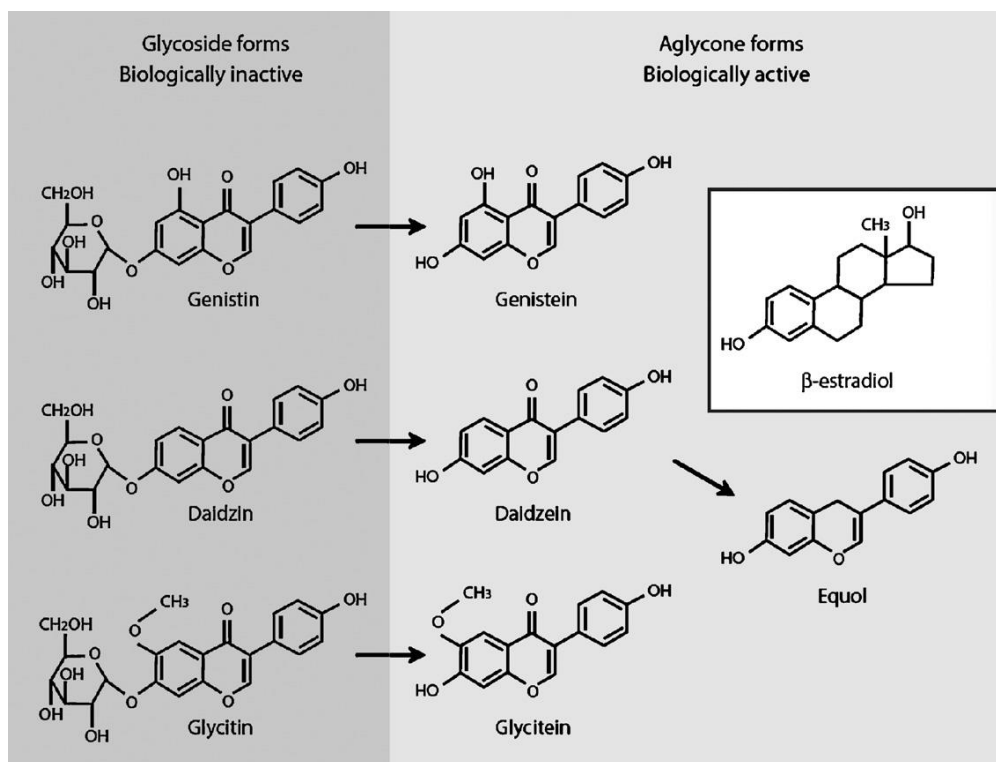
Vzhledem k rozsáhlé spotřebě sójových potravin v Asii, existuje poměrně dobré vědomí o dlouhodobých bezpečnostních aspektech, jakož i o možných interakcích mezi spotřebou sójových isoflavonů a prevencí onemocnění. Vědci již dávno zjistili, že asijské ženy, konzumující tradiční stravu, se těší lepšímu kardiovaskulárnímu stavu a zdraví kostí, než jejich protějšky v západních zemích. Nutriční epidemiologové věří, že to může být částečně důsledkem na sóju bohaté stravy. V asijských zemích se příjem sójových isoflavonů odhaduje na 20 až 100 mg na den. Příjem isoflavonů je spojen především s kulturním hlediskem spotřeby sójových potravin v dané zemi. Například Japonci, kteří emigrovali do USA a získali návyky místní potravinové kultury, přijímali výrazně méně isoflavonů ve srovnání s japonskou populací. V Evropě a Americe je většina proteinů získávána z živočišných produktů a sacharidy spolu s proteiny hlavně z obilovin. V souladu s tím, západní populace spotřebovávají mnohem méně sójových potravin a tedy i méně isoflavonů. Na druhou stranu vegetariáni, kteří konzumují širokou škálu rostlinných potravin, mohou spotřebovat až 10 mg fytoestrogenů na den nebo o něco více (Brouns, 2002).

Existují čtyři faktory ovlivňující expozici fytoestrogeny. Za prvé, spotřebitelé jsou nyní lépe informováni o možných výhodách fytoestrogenů, a proto se mohou rozhodnout, že vědomě zvýší expozici přidáním sójových výrobků do jejich stravy. Za druhé, využití sóje roste na významu, ve zpracovaných potravinách z velké části mimo kontrolu spotřebitele. Za třetí, stále existuje celá řada necharakterizovaných zdrojů fytoestrogenů ve stravě. S velkými kulturními změnami v posledních desetiletích teď pouze malá část západního světa konzumuje výhradně svou vlastní tradiční stravu. Mnoho obyvatel do stravy zařazuje i další, zejména asijské potraviny. A konečně, stále rostoucí vědecky podložený podklad pro zdůraznění zdravotních výhod vedl k přílivu potravinových doplňků na bázi sóje (Clarke et al., 2008).

Jednou z klíčových otázek s ohledem na funkční roli specifických rostlinných sloučenin v lidském těle je, zda se tyto sloučeniny skutečně absorbují z gastrointestinálního traktu, zda jsou metabolizovány nebo ne a nakonec zda došlo v cílové tkáni k příznivému účinku. Jako takovou, biologickou dostupnost jednoduše nepředstavuje proces absorpce, ale konečný

výsledek absorpce, distribuce a metabolické přeměny na biologicky aktivní sloučeniny a jejich následné vylučování přes moč a výkaly.

V přírodě, stejně jako ve zpracovaných potravinářských výrobcích, je většina rostlinných estrogenů vázána na cukernou složku, tzv. glykony a vznikají glykosidy nazývané daidzin, genistin a glycetin. Tyto formy jsou biologicky neaktivní. Pouze malá část estrogenů vázaná není, jedná se o tzv. aglykony – daidzein, genistein a glycitein. Po požití jsou jmenované glykosidy metabolizovány střevními bakteriemi, které odstraňují sacharidovou skupinu a přecházejí v příslušné aglykony. Ty jsou buď absorbovány enterocyty, nebo v případě daidzeinu částečně převedeny na equol, jenž je také absorbován (Brouns, 2002). Glykosidy a aglykony nejvýznamnějších fytoestrogenů jsou znázorněny na obr.1.



Obr. 1: Biologicky neaktivní glykosidy a aktivní aglykony (Cederroth, 2009)

Bylo prokázáno, že ne všechny osoby jsou schopny metabolizovat daidzein na equol, tuto vlastnost má cca 30 % lidí (Cederroth, 2009). Přesný důvod není znám, ale výzkumy ukazují, že osoby, které vylučují equol mají vyšší % sacharidů, nižší % tuku a více rostlinných bílkovin v každodenní stravě. Vzhledem k tomu, že poměr těchto složek potravin ovlivňuje fermentační procesy v tlustém střevě, lze spekulovat, že bakteriální prostředí je

zásadní pro přeměnu isoflavonů na aglykony a equol. Také rozdílný rozsah absorpce může být způsoben rozdíly v individuálním stavu mikrobioty tlustého střeva. Činnost tenkého střeva v tomto ohledu nemá význam, jelikož střevní stěna neprodukuje β -glukosidázu a neobsahuje bakterie, které provádějí přeměnu glykosidů na aglykony. Důkazy pro absorpci isoflavonů jsou však převážně nepřímé, založeny na prokázání přítomnosti rostlinných estrogenů v moči (Brouns, 2002).

Afinita fytoestrogenů pro estrogenové receptory vede k účinkům ve velkém počtu estrogeny regulovaných systémů, včetně kardiovaskulární, metabolické, reprodukční, kosterní a centrální nervové soustavy (Cederroth, 2009). Je také stanovena hypotéza, že konzumace sójové stravy má větší přínos pro equol-producenty.

Skutečnost, že isoflavony prokazatelně mají estrogenní účinky, vede k možnosti, že tato třída fytochemických látek ovlivňuje metabolismus glukózy a lipidů. Estradiol, endogenní hormon, je ve skutečnosti sám o sobě dobře známý modulátor homeostázy glukózy, což také ovlivňuje vývoj obezity. Například u žen po menopauze se objevuje viscerální obezita a inzulinová rezistence a vzrůstá riziko vzniku diabetu.

Nejvýznamnější bioaktivní látky luštěnin vykazující antidiabetickou aktivitu jsou genistein a daidzein, které působí jako inhibitory α -amylázy a α -glukosidázy. Výzkum *in vitro* s použitím výtažků z luštěnin potvrdil jejich antidiabetické vlastnosti (Gętek et al., 2014). Kromě toho mohou přispět k prevenci inzulinové rezistence, která představuje symptom diabetu II. typu a navíc se podílejí na udržování stálé tělesné hmotnosti, a to díky vyvolání déletrvajícího pocitu sytosti, což omezuje celkový denní příjem potravy (Duranti, 2006).

Bioaktivní látky luštěnin mohou ovlivnit metabolismus glukózy následujícím způsobem:

- inhibicí trávení sacharidů a potlačením absorpce glukózy ve střevě*;
- stimulací sekrece inzulinu v pankreatických β -buňkách a modulací uvolňování glukózy z jater;
- aktivací inzulinového receptoru (Gętek et al., 2014).

*Například semena fazolí obsahují 2–4 g.kg⁻¹ složek, které zpomalují vstřebávání sacharidů v tenkém střevě prostřednictvím inhibice příslušných enzymů (Spadafranca et al., 2013).

V dvanáctiměsíční randomizované, dvojitě zaslepené, placebem kontrolované studii s účastí 120 žen ve věku 49–67 let po menopauze byl nejméně po dobu 12 měsíců podáván

buď genistein ($n = 60$) v množství 54 mg na den, nebo placebo ($n = 60$). Genistein se v séru zvýšil po 6 a 12 měsících pouze u pacientů ve skupině, které byl podáván genistein. V této skupině byla rovněž významně snížena hladina glukózy a inzulínu. Tyto dva parametry se ve skupině s placebem nezměnily. Celkový cholesterol a triglyceridy se statisticky snížily v obou časových bodech ve srovnání s placebem, a tak sójové isoflavonoidy vykazují i regulační schopnost syntézy triglyceridů v játrech. Hladina HDL se významně zvýšila ve skupině s podáváním genisteinem a také byl významně v této skupině snížen krevní tlak. Ve skupině s placebem nedošlo k žádné změně.

Sloučeniny nacházející se v luštěninách, jejichž antidiabetickou činnost podporují laboratorními testy a testy na zvířecích modelech, disponují však nízkou biologickou dostupností. Genistein zejména z důvodu své špatné rozpustnosti ve vodě. Inhibitory α -amylázy a α -glukosidázy také ztrácejí své vlastnosti během tepelného zpracování (Gętek et al., 2014).

Isoflavony mají dále vliv na buněčnou proliferaci, růst buněk a buněčné dozrávání a jako takové fungují jako důležité regulátory zachování funkčnosti orgánů. Dalším důležitým poznatkem je, že isoflavony mají antioxidační vlastnosti. Genistein a daidzein chrání buňky před škodlivými účinky volných radikálů, které jsou známé podporou stárnutí a podílem na celé řadě chorobných stavů, jako je ateroskleróza, záněty kloubů a diabetické komplikace. Například bylo prokázáno, že isoflavony mají potenciál snížit oxidaci lipoproteinů s nízkou hustotou (LDL), u kterých se předpokládá, že hrají důležitou roli při poškození cév (Brouns, 2002).

Dalším studiem podporovaným názorem je, že isoflavony mají vlastnosti, které mohou snížit riziko osteoporózy u žen po menopauze. Na 66 testovaných ženách bylo prokázáno, že přidání isoflavonů k sójové bílkovině v množství 90 mg na den ve srovnání s placebem vedlo ke snížení ztrát kostní hmoty z bederní páteře. V jiné studii byl podáván potkanům buď estradiol (estrogen) a nebo genistein, zástupce isoflavonů v sóji. Kostní hmota vzrostla v obou skupinách, což ukazuje, že genistein podporuje tvorbu kostí stejně jako estrogeny (Brouns, 2002).

Velký počet provedených studií poukázalo na skutečnost, že se isoflavony v neposlední řadě podílejí na snižování rizika kardiovaskulárních onemocnění. Tato oblast výzkumu si získala značný vědecký zájem poté, co bylo epidemiologickými studii zjištěno, že dlouhodobá spotřeba potravinářských výrobků na bázi sóje se vztahuje k nízkým výskytům kardiovaskulárních onemocnění. Je zajímavé, že tento výskyt se významně změnil u lidí, kteří

se přestěhovali z Japonska na západ. Tato pozorování vedou k dalšímu výzkumu různých faktorů, které se podílejí na etiologii kardiovaskulárních poškození a chorob (Brouns, 2002).

Na rozdíl od výše uvedených pokusů, značný počet studií hlásilo absenci příznivých účinků sóje na klasické metabolické parametry, jako jsou tělesná hmotnost, profil lipidů, glukózy a inzulinu v séru a hmotnost tuku. Tyto nesrovnalosti komplikují vyvození jednoznačných závěrů týkajících se příznivého účinku sóje na metabolismus glukózy a lipidů. Základní příčiny konfliktních výsledků pravděpodobně souvisí s variabilitou experimentů (cesta podání, složení, dávkování a trvání), schopností jednotlivců vytvářet equol a genetickou náchylností. Je tedy zapotřebí více standardizovaných studií pro další zhodnocení těchto předpokládaných účinků (Cederroth, 2009).

Zásadní význam však má, že tyto studie neukazují na žádné nežádoucí účinky, jako je např. vliv na lidskou reprodukci. K problémům s neplodností by nemělo dojít, pokud plazmatické koncentrace nepřekračují maximální hodnoty, které byly stanoveny v tělech japonských obyvatel, konzumujících svou běžnou stravu. Výzkum však vyžaduje ještě dlouhou dobu pro plné poznání slibných potenciálních zdravotních výhod či případných nevýhod (Brouns, 2002; Clarke et al., 2008).

6.7.2 Biogenní aminy

Biogenní aminy vznikají především bakteriální dekarboxylací volných aminokyselin. Ve zdravých sklizených plodinách je jejich obsah minimální, zvyšuje se však během nevhodného skladování a při zpracování, zejména při fermentačních procesech.

Ze skupiny biogenních aminů se postupně vyčleňují polyaminy putrescin a z něj biochemicky vytvářené spermidin a spermin. Putrescin je tedy prekurzorem obou fyziologicky účinných polyaminů, ale svými účinky i vznikem v potravinách patří spíše mezi biogenní aminy. Rozhodující množství vznikají již v rostlinách, tvorba působením některých bakterií je jen omezená. V luštěninách (zejména v zeleném hrášku) se vyskytují desítky mg.kg^{-1} spermidinu. Obvyklý je obsah v jednotkách mg.kg^{-1} , obdobně je tomu u sperminu. Oba aminy se významně podílejí na růstu a dělení buněk. Jejich zvýšený příjem potravou je proto žádoucí např. pro hojení ran či obnovu střevní sliznice, ale nevhodný po zjištění vzniku a růstu nádorů (Polišenská et al., 2008).

6.7.3 Taniny

Taniny jsou biologicky aktivní látky, které mohou mít příznivé či nepříznivé nutriční účinky. Kondenzované taniny, převládající fenolické sloučeniny semen luštěnin, byly nalezeny v čočce, hrachu, sójových bobech a barevných fazolích.

Z několika studií vyplývá, že luštěniny s tmavým osemením mají vysokou antioxidační aktivitu vzhledem k přítomnosti velkého množství fenolických sloučenin, zejména kondenzovaných taninů.

Čočka vykazuje nejvyšší antioxidační aktivitu, a to s významnými rozdíly ve srovnání s fazolemi, hrachem a sójovými boby. Hrách žlutý, hrách zelený a cizrna vykazují podobnou míru antioxidační aktivity jako sójové boby. K této vlastnosti čočky přispívá především obsah taninů. Kromě toho, že se jedná o zdroj proteinů a vlákniny, může čočka sloužit také jako vynikající zdroj antioxidantů a může být tedy použita jako funkční přísada pro zpracování do zdravých potravin v potravinářském průmyslu (Xu at al., 2007).

7 Způsoby úpravy a stravitelnost

Luštěniny jsou zřídka jedeny v syrovém stavu a obvykle se nejdříve určitým způsobem zpracovávají. Pro zvýšení nutriční hodnoty se používá celá řada metod, pomocí nichž je možno více či méně redukovat obsah antinutričních látek (Hedley, 2001; Houba et al., 2009). Luštěniny jsou nejčastěji používány buď v čisté formě (kaše, polévky, pyré) nebo ve směsi s jinými potravinami, např. s bramborami, obilovinami, či jinými luštěninami. Nejrozličnějších receptur jsou tisíce a patří do samostatných publikací. Dlouhá léta jsou luštěniny také přidávány do hotových pokrmů (konzervované a mražené výrobky) nebo jsou upravovány pro jednoduché a rychlé použití (předvařený hrách, fazole, čočka, hotové polévky, sušené kaše, mouky atd.) (Houba et al., 2009).

7.1 Namáčení

Nejjednodušší metodou pro zpracování semen luštěnin je jejich namáčení ve vodě. Po 12 hodinách namáčení dojde ve stravitelnosti škrobu *in vivo* k nárůstu o 17–23 %. Toto zlepšení stravitelnosti může být přičítáno ztrátě antinutričních faktorů, které inhibují aktivitu α -amylázy (Hedley, 2001).

Nestravitelné oligosacharidy je možno z části odstranit dostatečně dlouhým namáčením, poté slitím namáčecí vody, do které se rozpustné oligosacharidy vyluhují a následným uvařením ve vodě nové. Při namáčení dochází rovněž k rozkladu na složky, které již nadýmání nezpůsobují. Podle experimentálních výsledků je tak možno až 40% snížení jejich obsahu, ale jsou uváděny i hodnoty vyšší. Slitím vody samozřejmě dojde ke ztrátě části ve vodě rozpustných vitaminů, minerálních látek a bílkovin. Proto se v kuchařských knihách uvádí, že se luštěniny mají vařit v téže vodě, ve které se namáčeli. Na základě zmíněných skutečností toto doporučení představuje pro kuchaře dilema (Dostálová et Prugar, 2008).

Obecně platí, že namáčení není používáno samo o sobě, ale v kombinaci s klíčením, vařením nebo autoklávováním (Hedley, 2001).

7.2 Vaření

Vaření a vaření za vyššího tlaku jsou pravděpodobně nejvíce efektivní metody pro zvýšení stravitelnosti škrobu. Účinek těchto zpracování na různé nutriční složky luštěnin je

velmi podobný, ale obecně platí, že účinek tlakového vaření je intenzivnější. Běžné vaření může zvýšit stravitelnost škrobu o 40–200 %, zatímco při zvýšeném tlaku může být dosaženo hodnot 200 až 400 %. V luštěninách začíná škrob bobtnat při 55–75 °C. Zmazováním škrobu dochází k jeho lepší využitelnosti, neboť je poté lépe přístupný enzymům. Vaření může také snižovat obsah α -galaktosidů v rozsahu od 20 do 100 % a zvyšovat celkový obsah neškrobnatých polysacharidů (Hedley, 2001; Zeman et al., 2005).

Dále dochází k denaturaci bílkovin a ke snížení aktivity inhibitoru trypsinu (TIA), což je velice důležité zvláště u surových sójových bobů, kdy je možno TIA snížit až o 90 %. Využití živin snížením TIA se zvyšuje o 5–10 %. I při vysoké teplotě (120 °C), pokud je aplikována po krátkou dobu, se nezhoršuje využitelnost aminokyselin (lehce denaturovaný protein je lépe využitelný proteázami). Kritické hodnoty jsou nad 130 °C (Zeman et al., 2005).

7.3 Klíčení

Klíčení je jedna z nejznámějších metod pro snížení obsahu α -galaktosidů a zvýšení stravitelnosti škrobu luštěnin. Během klíčení dojde k výraznému snížení v celkovém obsahu rozpustných sacharidů a škrobu a zároveň ke zvýšení v *in vitro* stravitelnosti škrobu. Kromě toho, tento proces zcela eliminuje α -galaktosidy, jelikož jsou zde oligosacharidy štěpeny na monosacharidy, které následně slouží jako zdroj energie pro klíčící semeno. Klíčení dále výrazně zvyšuje obsah rezistentního škrobu, což vede ke zvýšení celkového obsahu vlákniny, rozpustná frakce klesá a nerozpustná frakce se výrazně zvyšuje (Hedley, 2001; Houba et al., 2009).

Namočením semene a pravidelným cyklem proplachování a vykapávání lze vytvořit správné prostředí pro klíčení rostlin. Dochází k aerobnímu dýchání a procesům biochemického metabolismu, a protože enzymy podporují růst klíčků, pomáhají tak vytvářet makro- a mikroživiny, které lidské tělo potřebuje pro správnou funkci. Zařazení do jídelníčku může značně vylepšit výživu a dodat jídlu svěží, příjemnou chuť (Lin et al., 2006; Galchus, 2014). Negativním jevem však je výrazné zvýšení počtu mikroorganismů. V literatuře je popsána řada alimentárních onemocnění, jejichž důvodem byla právě konzumace po domácímu naklíčených luštěnin napadených mikroorganismy (Dostálová et Prugar, 2008).

Z cukrového hrachu, fazolí adzuki (*Vigna angularis*) nebo mungo (*Vigna mungo*) se dají vypěstovat výhonky (mladé rostlinky). Mají jemnou chuť a lze je podávat jako zeleninu

nebo se z nich získává šťáva. K dosažení zralosti však potřebují více dnů než klíčky. Výhonky neobsahují tuk, je v nich málo sodíku a žádný cholesterol, mají vhodně složené sacharidy a jsou zdrojem vitaminů, minerálů a chlorofylu (Galchus, 2014).

7.4 Extruze

Extruze patří mezi tzv. HTST (high temperature - short time) metody tepelných úprav, které jsou založeny na použití vysokých teplot po velmi krátkou dobu (většinou kratší než 1 minutu). Posunem pomocí šnekovnice extrudéru je materiál promícháván a za zvyšování teploty a tlaku dochází k hlubokým biochemickým změnám a plastifikaci materiálu. Maillardova reakce probíhá převážně při extruzi za vysokých teplot a nízké vlhkosti. Zvýšením vlhkosti lze riziko snížit.

Extruzí se dosahuje vyššího stupně mazovatění škrobu, což zvyšuje jeho stabilitu ve vodě a neuvolňují se do ní tak živiny. Trypsinový inhibitor se takto utlumí přibližně na 3 až 10 % původní hodnoty. Na vlákninu a tuky má extruze pouze malý vliv, minerální prvky jsou vůči ní většinou inertní, pouze je zničena část termolabilních vitaminů (Mervart, 2005; Zeman et al, 2005).

V závislosti na podmínkách extruze (teplota, vlhkost, rychlost) může být ztráta celkového obsahu α -galaktosidů 50–60 %, zatímco stravitelnost škrobu se může významně zvýšit. Extruze nepatrně snižuje celkový obsah vlákniny hrachu při 168 °C, ale podstatně se zvyšuje obsah rezistentního škrobu v rozmezí od asi 1,5 % do asi 3,3 % celkového škrobu (Hedley, 2001).

7.5 Pražení

Výsledky pražení při vysokých teplotách po dobu 2 minut vykazují úplné snížení obsahu oligosacharidů, naproti tomu hladiny sacharózy i oligosacharidů byly po dobu pražení menší než 0,5 minuty vyšší. Tohoto účinku bylo po 2 minutách pravděpodobně dosaženo kvůli reakcím neenzymatického hnědnutí, oxidaci cukrů nebo pyrolýze. Na rozdíl od účinku jiných procesů, smažení a pražení výrazně snižuje stravitelnost luštěninového škrobu (Hedley, 2001).

7.6 Fermentace

Přírodní kvašení zlepšuje stravitelnost proteinů a částečně nebo úplně eliminuje antinutriční faktory. Nejčastěji se takto zpracovávají sójové boby.

Semena se vaří ve vodě po dobu 3 hodin, následně se suší, a pak se nechají kvasit po dobu 4 hodin při pokojové teplotě. Po fermentaci se vaří v páře po dobu 10 minut. Fermentace snižuje celkový obsah rozpustných sacharidů, škrobu a vlákniny. Fermentovaný pokrm se štěpí výrazně rychleji než pokrm z takto neošetřených semen. To může být způsobeno ztrátou konstrukční celistvosti škrobových granulí, změnou v charakteru interakce mezi škrobem a vlákninou a z důvodu inaktivace některých antinutričních látek.

Snížení nebo odstranění těchto sloučenin bylo s největší pravděpodobností dosaženo v důsledku schopnosti mléčných organismů využívat oligosacharidy pro svůj metabolismus (Hedley, 2001).

7.7 Mikrovlnné ošetření

Opakované ošetření mikrovlnným zářením snižuje celkový obsah vlákniny zelených fazolí, a to především z důvodu ztrát v obsahu rozpustné vlákniny (Hedley, 2001).

8 Produkce a spotřeba luštěnin

8.1 Produkce

Ve světovém měřítku plocha luskovin, kromě sóje (často kvalifikována jako olejnina), po mnoho let stagnovala na asi 68 milionech hektarů. Stejně tak se ustálila i celková produkce ve světě (kromě sóje) na 55 až 57 milionech tun.

Nejdůležitější luštěninou je rod fazol, který zahrnuje mnoho druhů *Phaseolus vulgaris* a zabírá asi 28 milionů hektarů. V produkci semen to odpovídá více než 30 %. Nejvýznamnější zemí v produkci fazolí jsou Indie a Brazílie, Evropa představuje pouze asi 2 % světové produkce. V České republice je v současnosti jen okrajovou plodinou (Hedley, 2001; Dostálová et Prugar, 2008).

V Evropě se plocha luskovin (kromě sóje) snížila z asi 5 milionů hektarů v roce 1997 na asi 4 miliony v roce 1999. V roce 1999 byla celková produkce luštěnin v Evropě asi 8 milionů tun, z čehož nejvyšší podíl připadal na Francii (32 %), následovalo Rusko (11 %), Německo (10 %), Velká Británie (9 %) a Ukrajina (7 %).

Dominantní luskovinou v rámci Evropy je hrách, s celkovou pěstitelskou plochou v roce 1997 zhruba 1 milion hektarů a produkcí okolo 4 milionů tun, z toho více než 70 % bylo vyprodukováno ve Francii (Hedley, 2001). Výměra hrachu setého v České republice představuje asi $\frac{3}{4}$ celkové výměry luskovin na zrno (Dostálová et Prugar, 2008).

Čočka se na území ČR pěstovala vždy jen na menší ploše, s maximem 2000 ha a soustředila se prakticky pouze do tří oblastí (Poohří, Polabí a Třebíčsko), ale ani zde nedokázala překonat zahraniční konkurenci importované komodity a na tuzemských polích se přestala vyskytovat.

Ani pěstování lupiny nebylo v ČR nikdy příliš rozšířené, ačkoliv lze v našich klimatických podmínkách lupiny považovat za velice perspektivní plodinu, jak z hlediska pěstitelského, tak z hlediska krmivářského i potravinářského (velmi vysoký obsah proteinů).

Cizrna je významnou plodinou teplých a suchých oblastí, které jsou jinak pro ostatní jedlé luskoviny nevyhovující. Po sóji a fazolu je třetí nejpěstovanější luskovinou na světě (Houba et al., 2009).

Sója je nejvíce ekonomicky zajímavou luštěninou ve světě a pěstuje se na zhruba 60 milionech hektarů. Hlavními producenty sójových bobů jsou USA, Brazílie, Čína

a Argentina, které dohromady představují 82 % celkové světové produkce. Rozsah pěstování tohoto druhu je v Evropě poměrně malý a představuje jen asi 1 % světových ploch (1998) (Hedley, 2001).

Přírodní podmínky ČR neodpovídají plně jejím požadavkům. Je to plodina značně náročná na teplo a zároveň vyžaduje dostatečnou vlhkost prostředí. Novým impulzem k pěstování ve střední Evropě byly nové odrůdy vyšlechtěné v Kanadě ve stejných zeměpisných šířkách.

Značnému pokroku v pěstování sóji ve světě přispěly odrůdy na bázi GMO, které se v některých zemích rozšiřují bez větších legislativních zábran. V roce 2006 tyto odrůdy zaujímaly ve světě přes 50 % sklizňové plochy plodiny (Houba et al., 2009).

V podílu obdělávané půdy obsazené luštěninami jsou po celém světě velké rozdíly. V USA luštěniny tvoří asi 16 % celkové orné půdy, velká většina z toho připadá na produkci sójových bobů. V Evropě je tento podíl mnohem nižší, činí asi 7 % v Portugalsku, 5 % v Rakousku a Dánsku, 4 % ve Francii, Itálii a Velké Británii, 3 % v Maďarsku a 2 % v České republice. Ještě méně důležitou roli hrají luštěniny v zemědělství v Irsku, Finsku, Německu a Belgii (Hedley, 2001).

8.2 Spotřeba

V roce 1996 byla celosvětová průměrná spotřeba luštěnin 6,36 kg na osobu, tvořená 2,51 kg fazolí, 0,61 kg hrachu a 3,26 kg ostatních luštěnin. Lidská spotřeba je v evropských zemích relativně nízká. Většina z domácí produkce a dovozu cizrny, čočky, vikve, fazole a podstatně menší část bobu (17 %) a semen hrachu (4 %) se používá pro výrobu potravin. Celkově se však používá pětikrát více luštěnin ke krmení zvířat, než pro lidskou spotřebu. V severní a západní kontinentální Evropě byla spotřeba v roce 1996 v průměru 2,37 kg na osobu, s rozsahem od 0,2–9,3 kg v závislosti na státu. V mnoha oblastech světa, včetně středomořských zemí, Středního východu, Střední Ameriky a jižní, západní i východní Afriky, je spotřeba luštěnin třikrát až čtyřikrát vyšší (v rozmezí od 7,0 do 10,9 kg na osobu a rok) (Hedley, 2001). Průměrná roční spotřeba luštěnin ve světě je uvedena v Tabulce 6.

Tab. 6 Spotřeba luštěnin ve světě v kg na osobu a rok (1996)

Oblast	Hrách	Fazole	Ostatní	Celkově
Severní a západní Evropa	1,37	0,53	0,41	2,43
Střední a východní Evropa	1,65	0,54	0,06	2,32
Středozeší	0,58	1,90	6,33	8,85
Střední východ	0,58	2,75	7,03	10,42
Dálný východ	0,48	1,33	1,15	2,88
Severní Amerika	0,52	5,29	0,04	6,50
Střední Amerika	0,14	10,06	0,74	10,88
Karibik	0,44	3,13	7,31	10,71
Jižní Amerika	0,58	9,41	0,76	7,03
Západní Afrika	0,24	0,76	6,03	10,37
Východní Afrika	0,14	3,25	6,97	7,03
Jižní Afrika	0,58	2,62	0,89	4,08
Oceánie	0,87	0,64	0,95	2,40
Svět celkem	0,61	2,51	3,26	6,36

Zdroj: Hedley, 2001

Fazole jsou jednou z nejvíce konzumovaných luštěnin na celém světě. Mezi největší spotřebitele se dnes řadí Jižní Amerika s 9,3 kg na osobu a rok, Karibské oblasti již s 9,1 kg, Střední Amerika s 8,8 kg a střední Afrika s 8,0 kg (Luna-Vital et al., 2015).

Ačkoliv jsou převládajícím zdrojem potravy v mnoha kulturách po celém světě, spotřeba v USA je poměrně nízká a pouze 14 % populace konzumuje luštěniny (odvozeno dle spotřeby během 2 dnů v letech 1994–1996). V této provedené americké studii nebyl pozorován žádný rozdíl v množství celkově snědené zeleniny mezi těmi, kteří konzumovali přibližně jednu porci fazolí nebo hrachu týdně a těmi, kteří luštěniny nekonzumovali, což naznačuje, že luštěniny byly jedeny spíše místně, nikoliv místo zeleniny.

Americké ministerstvo zemědělství představilo v roce 2009 téměř zdvojnásobení dietních doporučení pro zeleninu. Tato doporučení se zaměřují na určité podskupiny zeleniny, včetně fazolí a hrachu (Mitchell et al., 2009).

Spotřeba luštěnin je v České republice (Tab. 7) velmi nízká. Po mírném zvýšení po roce 1990 několik let stagnovala na hodnotách mírně nad 2 kg na osobu a rok. V roce 2004 činila podle Českého statistického úřadu 2,1 kg. Důvodem nízké spotřeby je malá obliba luštěninových pokrmů, která je způsobena nepříliš atraktivní chutí a především trávicími potížemi po jejich konzumaci (Houba et al., 2009).

Tab. 7 Spotřeba v kg na osobu a rok - ČR

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Luštěniny celkem	2,1	2,1	2,4	2,4	2,5	2,3	2,6	2,6	2,7
Fazole	0,5	0,5	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9
Hrách	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	0,9	1,2	1,1	1,1
Čočka	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7
Zelený hrášek*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,8	0,9
Zelená fazole*	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

*řazeno pod kategorii zeleniny – není započítáno v luštěninách celkem

Zdroj: (ČSU, 2015a)

V roce 2014 Češi zkonzumovali zatím historicky nejvíce luštěnin, a to 2,7 kg na obyvatele a rok, z čehož 40,7 % připadá na hrách, 33,4 % na fazole a 25,9 % na čočku (ČSU, 2015b).

9 Závěr

Luštěniny patří zcela právem mezi zajímavé potraviny. Jsou zdrojem kvalitních rostlinných bílkovin, vitaminů hlavně B komplexu, minerálních látek, jako je např. fosfor, vápník, hořčík, železo nebo zinek, a mají příznivou skladbu sacharidů i tuků, která je ve výživě člověka velmi ceněna, např. sója se přímo jako olejnina využívá. Ze sacharidů hraje důležitou roli hlavně škrob a vláknina a s nimi spojený i nízký glykemický index, což je u potravin vítáno.

Díky vysokému obsahu bílkovin se luštěniny do jídelníčků zařazují jako bílkovinná potravin a jsou důležitou součástí stravy mnoha kultur světa. Nemohou se ale řadit mezi plnohodnotné zdroje, a to kvůli limitujícím sirným aminokyselinám. Dají se však kombinovat s jinými potravinami, obzvlášť s těmi na bázi obilovin, s jejichž složením aminokyselin se navzájem doplňují.

Degradované bílkoviny, jsou méně náchylné k trávení. Tím se snižuje jejich využitelnost a zároveň i biologická aktivita, která je napříč tomu intenzivně zkoumána a přináší nové perspektivní výhody konzumace luštěnin či možnosti využití jejich složek. Významnou biologickou aktivitu mohou mít také některé inhibitory enzymů, jako jsou např. Kunitzovy a Bowman-Birkovy inhibitory, které jsou jinak považovány za antinutriční látky.

Kvůli přítomnosti antinutričních látek jsou luštěniny lidmi ve stravě často odmítány. Jedná se především o oligosacharidy, které jsou fermentovány v tlustém střevě, což způsobuje nadýmání a další trávicí potíže. Existují však i další látky, které snižují celkovou nutriční hodnotu luštěnin a nedají se opomíjet. Studie, které se jejich vlastnostmi zabývají, však objevují i jejich některé kladné stránky, např. antikarcinogenní či antidiabetické účinky.

Antinutriční látky mohou být z konzumovaných luštěnin eliminovány různými kulinárními úpravami.

Způsobů úpravy a zpracování luštěnin je celá řada. Mezi nejjednodušší patří namáčení či vaření. K náročnějším, avšak velmi účinným úpravám, se z časového hlediska řadí klíčení a fermentace a extruze z hlediska technologického. Každá metoda využívá určitých biochemických vlastností daných sloučenin, cílem je vždy požadovaná lepší stravitelnost či přímo snížení obsahu až odstranění antinutričních látek.

Luštěniny, a to zejména sója, jsou rovněž zdrojem biologicky aktivních fytoestrogenů a dalších biologicky aktivních složek. Fytoestrogeny napodobují chování lidských estrogenů,

a vyvolávají tak velký zájem v oblasti výzkumu. Kromě jejich prokázaných negativní účinků, existuje i řada vědeckých podkladů pro jejich potenciál podílet se protektivně na řadě celosvětově rozšířených nemocí, jako je rakovina nebo diabetes, či jinak běžných zdravotních potíží, kupříkladu na post-menopauzálních symptomech.

Spotřeba luštěnin se v různých částech světa velmi liší, a to hlavně v souvislosti s místními stravovacími zvyklostmi. V České republice nebyla nikdy příliš vysoká a řadu let spíše stagnovala. V poslední době však dochází k pozvolnému nárůstu spotřeby luštěnin, který by mohl pokračovat i nadále. K lidem se dostávají nové informace z oblasti zdravé výživy, více se zajímají o správné stravování a oproti dřívějším dobám je větší důraz kladen na výzkum a vědecké poznatky. Stále jsou ale na prvním místě zvyklosti a k vyššímu zařazování luštěnin do jídelníčků tedy musí docházet postupně, i lidské tělo se na změny adaptuje jen pomalu.

10 Seznam použitých zdrojů

Brouns, S. F. 2002. Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health foods sector. *Food Research International*. 35 (2-3). 187-193.

Carbonaro, M., Maselli, P., Nucara, A. 2015. Structural aspects of legume proteins and nutraceutical properties. *Food Research International*. 76. 19-30.

Cederroth, C. R. 2009. Soy, phytoestrogens and metabolism. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 304 (1-2). 30-42.

Clarke, D., Wiseman, H. Phytoestrogens. In: Gilbert, J., Şenyuva, H. Z. (eds.). *Bioactive compounds in foods*. 2008. Blackwell Publishing. Oxford. 173-198. ISBN: 978-1-4051-5875-6.

ČSU. Spotřeba potravin 2014 – Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele za rok) [online]. Český statistický úřad. 3. prosince 2015a [cit. 10. dubna 2016]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/documents/10180/20562003/2701391501.pdf/1547f1b0-eeac-482f-8ea0-2289d3b4ed3e?version=1.1>>

ČSU. Tisková zpráva – Češi jedí pestřeji [online]. Český statistický úřad. 3. prosince 2015b [cit. 10. dubna 2016]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/cesi-jedi-pestreji>>

Dostálová, J., Prugar, J. Luskoviny. 195-205. In: Prugar, J. a kol. 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha*. 326 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

Duranti, M. 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*. 77 (2). 67-82.

Galchus, R. 2014. Domáci klíčky – podrobný návod k domácímu nakličování po celý rok. Slovart. Praha. 159 s. ISBN: 978-80-7391-872-9.

Gętek, M., Czech, N., Muc-Wierzoń, M., Grochowska-Niedworok, E., Kokot, T., Nowakowska-Zajdel, E. 2014. The Active Role of Leguminous Plant Components in Type 2 Diabetes. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Article Number: 293961 DOI: 10.1155/2014/293961.

Hedley, C. L. (ed.). 2001. Carbohydrates in grain legume seeds : improving nutritional quality and agronomic characteristics. CABI Publishing. UK. 338 p. ISBN: 0-85199-467-9.

Houba, M., Hochman, M., Hosnedl, V. 2009. Luskoviny: pěstování a užití. Kurent. České Budějovice. 133 s. ISBN 978-80-87111-19-2.

Kopec, K., Lachman, J., Němcová, A., Prugar, J., Schulzová, V. Zahradnické rostlinné produkty a lesní plody. 206-240 In: Prugar, J. a kol. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha. 326 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

Lachman, J., Kalač, P., Kučerová, J. Žádoucí látky v rostlinných produktech. 33-46. In: Prugar, J. a kol. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha. 326 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

Lin, P. Y., Lai, H. M. 2006. Bioactive compounds in legumes and their germinated products. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54 (11). 3807-3814.

Luna-Vital, D. A., Mojica, L., González de Mejía, E., Mendoza, S., Loarca-Piña, G. 2015. Biological potential of protein hydrolysates and peptides from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Research International. 76. 35-50.

Mervart, V. Zpracování sóji. 70-72. In: kolektiv autorů. 2005. Perspektivy sóji v ČR – sborník z konference. Česká zemědělská univerzita v Praze. 73 s. ISBN 80-213-1288-2.

Michalíková, H. Léčba alopecie. Klinická farmakologie [online]. 2006. 20. 211–214. [cit. 9. dubna 2016]. Dostupné z <<http://www.klinickafarmakologie.cz/pdfs/far/2006/04/07.pdf>>.

Mitchell, D. C., Lawrence, F. R., Hartman, T. J., Curran, J. M. 2009. Consumption of Dry Beans, Peas, and Lentils Could Improve Diet Quality in the US Population. *Journal of the American Dietetic Association*. 109 (5). 909-913.

Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P. 2002. *Základy výživy*. Svoboda Servis. Praha. 207 s. ISBN: 80-86320-23-5.

Peterová, J. Pěstování sóji v ČR a srovnání se světem. 24-28. In: kolektiv autorů. 2005. *Perspektivy sóji v ČR – sborník z konference*. Česká zemědělská univerzita v Praze. 73 s. ISBN 80-213-1288-2.

Polišenská, I., Dostálová, J., Hajšlová, J., Hrubý, J., Kalač, P., Prugar, J., Vaculová, K. nežádoucí látky v rostlinných produktech. 47-65. In: Prugar, J. a kol. 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha. 326 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

Spadafranca, A., Rinelli, S., Riva, A., Morazzoni, P., Magni, P., Bertoli, S., Battezzati, A. 2013. Phaseolus vulgaris extract affects glycometabolic and appetite control in healthy human subjects. *British Journal of Nutrition*. 109 (10). 1789-1795.

Svačina, Š., Müllerová, D., Bretšnajdrová, A. 2013. *Dietologie pro lékaře, farmaceuty, zdravotní sestry a nutriční terapeuty*. TRITON. Praha. 2. vydání. 341 s. ISBN: 978-80-7387-699-9.

Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D. Hlízkové bakterie a jejich význam ve výživě sóji. 40-42. In: kolektiv autorů. 2005. *Perspektivy sóji v ČR – sborník z konference*. Česká zemědělská univerzita v Praze. 73 s. ISBN 80-213-1288-2.

Švédová, Z. Diabetes a glykemický index potravin. Celostimedicina.cz [online]. 5. prosince 2013 [cit. 10. dubna 2016]. Dostupné z <<http://www.celostnimedicina.cz/diabetes-a-glykemicky-index-potravin.htm>>.

Xu, B. J., Yuan, S. H., Chang, S. K. C. 2007. Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. *Journal of Food Science*. 72 (2). 167-177.

Zeman, L., Vavrečka, J., Sikora, M., Mareš, P. Termická a hydrotermická úprava sójových bobů. 67-69. In: kolektiv autorů. 2005. *Perspektivy sóji v ČR – sborník z konference*. Česká zemědělská univerzita v Praze. 73 s. ISBN 80-213-1288-2.